FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

527

ANNÉE 1936 — **THÈSE** — N° —

POUR LE

# DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

**Marc-Adolphe LEBLANC**
Interne des Hôpitaux de Paris
Né le 30 janvier 1905 à Saint-Florentin (Yonne)

# DONNÉES RÉCENTES SUR LA PHONOCARDIOGRAPHIE

## Intérêt de cette méthode dans l'Etude du premier Bruit normal, des Dédoublements du premier Bruit et du Bruit de Galop Présystolique

*Président* : M. HARVIER, *Professeur.*

PARIS
LIBRAIRIE MÉDICALE MARCEL VIGNÉ
11 & 13, RUE DE L'ECOLE DE MEDECINE
—
1936

# THÈSE
# POUR LE DOCTORAT
# EN MÉDECINE

## DU MÊME AUTEUR

« Paraplégie flasque foudroyante. Méningiome spinal avec hémorragies intra et péritumorales », En collaboration avec **MM. J. Lévy-Valensi, L. Justin-Besançon** et **Cuel**.

*Revue neurologique*, n° 1, juillet 1933.

« Infantilisme de type hypophysaire », En collaboration avec **MM. J. Lévy-Valensi, L. Justin-Besançon**.

*Bulletin et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris*, n° 24, 7 juillet 1933.

« Sur un cas d'aphasie motrice pure », En collaboration avec **M. P. Jacquet**.

*Bulletin et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris*, séance du 9 juin 1933.

« Le traitement des hémoptysies ».

*Le Jeune Médecin*, t. VIII, p. 13, n° 91, décembre 1934.

« Recherches expérimentales sur la toxicité des sels d'or », En collaboration avec **V. Stefanesco**.

*Société d'études sur la Tuberculose*, 10 mars 1934.

« Caverne rétro-hilaire et lobe inférieur », En collaboration avec **M. P. Pruvost**.

*Paris Médical*, t. XXV, p. 14, n° 1, 1935.

« Cavernes cancéreuses du poumon à évolution lente et torpide. Etude clinique. » En collaboration avec **MM. P. Pruvost, J. Delort** et **Livieratos**.

*Paris Médical*, t. XXV, p. 151, n° 7, 1935.

« Formes cliniques et radiologiques des kystes aériens du poumon, de moyen volume et de forme annulaire », En collaboration avec **MM. P. Pruvost, Delort et Coletsos**.

*Presse Médicale*, n° 59, 24 juillet 1935.

« Les cavernes controlatérales constituent-elles une contre-indication au pneumothorax artificiel ? », En collaboration avec **MM. P. Pruvost** et **M. Pétraud**.

*Archives Médico Chirurgicales de l'appareil respiratoire*, t. XI, n° 2, 1936.

« Etat actuel de la phonocardiographie ».

*In leçons de Cardiologie*, faites à l'Hôpital Broussais, par **Ch. Laubry**, Deuxième série, G. Doin, Paris, 1936.

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936 — Nº —

# THÈSE

POUR LE

# DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

**Marc-Adolphe LEBLANC**
Interne des Hôpitaux de Paris
Né le 30 janvier 1905 à Saint-Florentin (Yonne)

# DONNÉES RÉCENTES

## SUR LA

# PHONOCARDIOGRAPHIE

## Intérêt de cette méthode dans l'Etude du premier Bruit normal, des Dédoublements du premier Bruit et du Bruit de Galop Présystolique

*Président* : M. HARVIER, *Professeur.*

PARIS
LIBRAIRIE MÉDICALE MARCEL VIGNÉ
11 & 13, RUE DE L'ECOLE DE MEDECINE
1936

LE DOYEN : **G. ROUSSY**

## I. — PROFESSEURS

| | MM. |
|---|---|
| Anatomie | ROUVIERE. |
| Physiologie | Léon BINET. |
| Physique médicale | STROHL. |
| Chimie médicale | DESGREZ. |
| Bactériologie | Robert DEBRE. |
| Parasitologie et histoire naturelle médicale | BRUMPT. |
| Pathologie médicale et générale | BAUDOUIN. |
| Pathologie chirurgicale | CHEVASSU. |
| Anatomie pathologique | ROUSSY. |
| Histologie | CHAMPY. |
| Pharmacologie et matière médicale | TIFFENEAU. |
| Thérapeutique | HARVIER. |
| Hygiène et médecine préventive | TANON. |
| Médecine légale | BALTHAZARD. |
| Histoire de la médecine et de la chirurgie | LAIGNEL-LAVASTINE. |
| Pathologie expérimentale et comparée | FIESSINGER. |
| Hydrologie thérapeutique et climatologie | Maurice VILLARET |
| Clinique médicale | LOEPER. CARNOT. CLERC. Marcel LABBE. |
| Hygiène et clinique de la première enfance | LEREBOULLET. |
| Clinique des maladies des enfants | NOBECOURT. |
| Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale. | H. CLAUDE. |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques | GOUGEROT. |
| Clinique des maladies du système nerveux | GUILLAIN. |
| Clinique des maladies infectieuses | LEMIERRE. |
| Clinique chirurgicale | CUNEO. GOSSET. GREGOIRE. |
| Clinique ophtalmologique | LENORMANT. |
| Clinique urologique | TERRIEN. |
| Clinique d'accouchements | MARION |
| Clinique gynécologique | BRINDEAU. COUVELAIRE. JEANNIN. |
| Clinique chirurgicale infantile et orthopédie | MOCQUOT. |
| Clinique thérapeutique médicale | OMBREDANNE. |
| Clinique oto-rhino-laryngologie | RATHERY. |
| Clinique thérapeutique chirurgicale | LEMAITRE. |
| Clinique propédeutique | Pierre DUVAL. |
| Clinique de la tuberculose | SERGENT. |
| Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte | BEZANÇON. |
| Professeurs sans chaire | MATHIEU. HOVELACQUE. MULON. OLIVIER. VERNE. |

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

## II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.
BENARD (Henri) Pathologie médicale.
BERNARD (E).. Pathologie médicale.
BOULIN..... Pathologie médicale.
BULLIARD..... Histologie.
CATHALA ..... Pathologie médicale.
CHEVALLIER.. Pathologie médicale.
DOGNON..... Physique.
FEY..... Urologie.
GALLIARD..... Parasitologie.
GASTINEL..... Bactériologie.
DE GAUDART D'ALLAINES Pathologie chirurgicale.
GAYET..... Physiologie.
GIROUD..... Histologie.
HAGUENEAU... Pathologie médicale.
HALPHEN..... Oto-rhino-Laryng.
HAZARD..... Pharmacologie.
HUGUENIN..... Anatomie pathologique
JOANNON..... Hygiène.
JUSTIN-BESANÇON, Hydro-climatologie thérapeutique.
LABBE (Henri). Chimie biologique.
LACOMME..... Obstétrique.

MM.
LANTUEJOUL.. Obstétrique.
LAROCHE (Guy) Pathologie médicale
LEMAIRE..... Pathologie expérimentale.
LEVEUF ..... Pathologie chirurgicale
Mlle J. LEVY.. Pharmacologie.
LEVY-VALENSI Neurologie et Psychiâtrie.
MOREAU..... Pathologie médicale.
MOULONGUET. Pathologie chirurgicale
MOUQUIN..... Pathologie médicale.
OBERLING..... Anatomie pathologique
PETIT-DUTAILLIS.. Pathologie chirurgicale
PIEDELIEVRE . Médecine légale.
PORTES..... Obstétrique.
RICHET..... Physiologie.
SANNIE..... Chimie biologique.
SENEQUE..... Pathologie chirurgicale
TROISIER ..... Pathologie expérimentale
TURPIN..... Pathologie médicale.
VIGNES..... Obstétrique.
WILMOTH..... Pathologie chirurgicale

---

## III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE
### pour le service des examens

MM.
ALGLAVE..... Pathologie chirurgicale
BUSQUET..... Pharmacologie.
CHAILLEY-BERT Physiologie.

MM.
LEROUX..... Anatomie pathologique
NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.

## IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE A TITRE PERMANENT

| MM. | |
|---|---|
| ABRAMI | Clinique médicale. |
| ALAJOUANINE | Clinique médicale. |
| AUBERTIN | Clinique médicale. |
| BRULÉ | Clinique médicale. |
| CHABROL | Clinique médicale. |
| CHIRAY | Clinique médicale. |
| DONZELOT | Clinique médicale. |
| DUVOIR | Clinique médicale. |
| LIAN | Clinique médicale. |
| PASTEUR-VALLERY-RADOT | Clinique médicale. |
| SEZARY | Clinique médicale. |

| MM. | |
|---|---|
| BASSET | Clinique chirurgicale. |
| BROCQ | Clinique chirurgicale. |
| CADENAT | Clinique chirurgicale. |
| GATELLIER | Clinique chirurgicale. |
| HEITZ-BOYER | Clinique chirurgicale |
| MOURE | Clinique chirurgicale. |
| QUENU | Clinique chirurgicale. |
| SCHWARTZ | Clinique chirurgicale. |
| VELTER | Clinique chirurgicale. |

| MM. | |
|---|---|
| ECALLE | Clinique obstétricale. |
| GUENIOT | Clinique obstétricale. |
| LE LORIER | Clinique obstétricale. |
| LEVY-SOLAL | Clinique obstétricale. |
| METZGER | Clinique obstétricale |

---

## V. — CHARGÉS DE COURS

| MM. | |
|---|---|
| CHAILLEY-BERT, agrégé | Education Physique. |
| LEDOUX-LEBARD | Radiologie clinique. |
| WEILL-HALLE | Puériculture. |
| RUPPE | Stomatologie. |

---

*Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinion émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.*

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

*Témoignage de mon affection et de ma profonde reconnaissance.*

A MA FEMME

*Ma dévouée et précieuse collaboratrice.*

A MON FILS

A MA SŒUR

A MON ONCLE, M. MARC CHARPENTIER

MEIS ET AMICIS

À MONSIEUR LE PROFESSEUR P. HARVIER

PROFESSEUR DE THÉRAPEUTIQUE
MÉDECIN DE L'HOPITAL DE LA PITIÉ

*Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.*

À MON MAITRE

MONSIEUR le Professeur CHARLES LAUBRY

PROFESSEUR DE CARDIOLOGIE CLINIQUE
MÉDECIN DE L'HOPITAL BROUSSAIS-LACHARITÉ
MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

*Qui a été l'inspirateur de ce travail, et à qui je dois d'avoir pu le réaliser. Depuis le début de mes études médicales il m'a prodigué ses conseils, ses enseignements et ses encouragements.*

*Je tiens à lui exprimer ici, ma très vive gratitude pour l'affectueuse sollicitude qu'il m'a toujours témoignée.*

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR A. JOUSSET

MÉDECIN HONORAIRE DE L'HOPITAL LAENNNEC

PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ

*Je rends hommage à mon premier Maître dans l'Internat. Son labeur constant, sa conscience, sa probité scientifique ont laissé en moi une profonde admiration.*

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR LÉVY-VALENSI,

PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ

MÉDECIN DE L'HOTEL-DIEU

*Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de mon respectueux et fidèle attachement.*

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR PAUL JACQUET

MÉDECIN DE L'HOPITAL AMBROISE PARÉ

*En témoignage de ma très respectueuse amitié.*

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR FÉLIX RAMOND

MÉDECIN DE L'HOPITAL SAINT-ANTOINE

*En témoignage de ma reconnaissance pour sa bienveillance, et en remerciement pour tout ce que j'ai appris dans son service.*

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR PIERRE PRUVOST

MÉDECIN DE L'HOPITAL TENON

*Durant l'année passée dans son service, il a donné une impulsion nouvelle à mon activité. Je tiens à le remercier pour toutes les marques d'amitié qu'il n'a cessé de me témoigner.*

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR A. COURCOUX

MÉDECIN DE L'HOPITAL BOUCICAUT

*Avec toute notre gratitude pour les précieux enseignements qu'il nous a prodigués.*

A MON MAITRE

A MONSIEUR LE DOCTEUR A. BRÉCHOT

CHIRURGIEN DE L'HOPITAL SAINT-ANTOINE

*Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de ma très respectueuse amitié.*

## MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

### *STAGE*

1924 Professeur Félix Lejars (*In memoriam*)
1925 Professeur Fernand Widal (*In memoriam*)
1925 Docteur Charles Laubry

### *EXTERNAT*

1926 Docteur A. Bréchot
1927 Docteur Ch. Flandin
1927 Docteur Monbrun
1927 Docteur Jules Renault
*Membre de l'Académie de Médecine*
1928 Docteur Pasteur-Valléry-Radot
1929 Docteur Ch. Laubry
1930 Docteur Crouzon
*Membre de l'Académie de Médecine*
1930 Docteur A. Courcoux

### *INTERNAT*

1932 Docteur A. Jousset
1932 Docteur Lévy-Valensi
1933 Docteur P. Jacquet
1933 Docteur F. Ramond
1934 Docteur P. Pruvost
1935 Professeur Ch. Laubry
1936 Docteur A. Courcoux

A MONSIEUR le DOCTEUR DANIEL ROUTIER

ANCIEN INTERNE DES HOPITAUX DE PARIS.
ASSISTANT DE CARDIOLOGIE A L'HOPITAL BROUSSAIS

*Ses sages conseils, comme ses vives critiques ont été pour moi fertiles en enseignements.*

*Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de ma profonde estime et de mon très respectueux et fidèle attachement.*

A MONSIEUR le Docteur L. JUSTIN-BESANÇON

PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ
MÉDECIN DES HOPITAUX DE PARIS

A MONSIEUR le DOCTEUR PAUL CHÊNE

A MONSIEUR le DOCTEUR JEAN WALSER

ASSISTANT DE CARDIOLOGIE A L'HOPITAL BROUSSAIS

A MONSIEUR LE DOCTEUR L. DEGLAUDE

A MES CONFÉRENCIERS D'INTERNAT

*En témoignage de ma reconnaissance et de mon amitié.*

A MESSIEURS LES DOCTEURS :
A. BLONDEL, P. DELAFONTAINE, CH. GARNIER,
P. ROUQUÈS, F. THIEBAUT

A MADAME SUZY HURIER,

*L'infirmière dévouée du laboratoire d'électrocardiographie du service.*

A MES FIDÈLES ET GRANDS AMIS D'ÉTUDES

Messieurs les Docteurs :

Louis Barrault, Pierre Natier, Marcel Pétraud,
Désiré Waelkens

A MESSIEURS LES DOCTEURS

R. Dulot, G. Lauret, J. Leroux-Robert, P. Gautreau,
M. Paingault, J. de Vaulx

# INTRODUCTION

L'enregistrement graphique des bruits du cœur ne constitue pas une méthode nouvelle.

Les premiers essais faits dans ce but, sont ceux de Donders, Martius, Weber et Scott et de Marbe, au milieu du siècle dernier.

Mais les premiers enregistrements graphiques, présentant un réel intérêt scientifique, furent réalisés par Einthoven et Geluk (38) en 1894. Les recherches de Weiss et Bull (123), de Gerhartz (48) et de Frank sont postérieures.

La phonocardiographie a pour but d'enregistrer graphiquement les vibrations auditives perçues par notre oreille ou au stéthoscope, lors de l'auscultation de la région précordiale ; le tracé ainsi obtenu est un phonocardiogramme.

Cette méthode se distingue donc de la cardiographie, dont le but n'est pas d'enregistrer les vibrations auditives, mais les mouvements de la région de la pointe du cœur.

Tous les auteurs qui ont étudié à fond les méthodes d'enregistrement, qui s'en sont servis pour leurs travaux, sont d'accord pour penser que l'auscultation est de beaucoup supérieure dans la majorité des cas, à ces méthodes.

Mais quelle que soit la finesse de l'oreille qui ausculte, sa compétence et son degré d'entraînement, les méthodes graphiques modernes ont montré combien il était illusoire de s'en rapporter exclusivement à la sensation acoustique subjective, pour affirmer les caractères séméiologiques d'un bruit ou d'un souffle, jeter ainsi les

bases définitives d'un diagnostic et, parfois sur celui-ci, bâtir une pathogénie.

L'auscultation n'a pas fait faillite, très loin de nous est cette pensée. Au contraire, c'est elle qui savamment et longuement éduquée permet de diriger et de contrôler utilement les données des appareils inscripteurs.

C'est guidé par ces idées directrices, que durant notre année d'internat dans le service de notre maître, M. le Professeur Laubry, nous avons étudié 100 sujets, normaux et atteints de cardiopathies, l'enregistrement des bruits du cœur.

Les avantages de la phonocardiographie sont loin d'être à dédaigner. Elle constitue, comme nous le verrons pour le cardiologue, à la fois une méthode de recherche et un moyen supplémentaire de diagnostic.

Si, en effet, aucune méthode ne permet mieux que l'auscultation d'identifier les bruits et les souffles, d'en fixer les caractères, d'en apprécier la tonalité, la phonocardiographie a l'avantage de permettre mieux que l'oreille, l'analyse *chronologique* minutieuse de ces bruits et de ces souffles.

PREMIERE PARTIE

## PRINCIPES, NOTIONS RÉCENTES TECHNIQUES

Ainsi que l'ont montré Wiggers et Dean (125) (126) (127), toutes les méthodes d'enregistrement direct des bruits du cœur sont calquées sur les principes de l'auscultation par l'oreille. La membrane ou le microphone de l'appareil enregistreur peuvent être comparés à la membrane tympanique. Dans le cas de l'oreille, les vibrations sont transmises par la série des osselets à l'oreille interne, transformées ensuite en influx nerveux et enregistrées en quelque sorte par les centres auditifs de la corticalité cérébrale. Lorsqu'il s'agit non pas de la membrane tympanique, mais de membranes artificielles, les vibrations audibles peuvent être transmises à une fine tige ou déterminer des variations de pression à l'intérieur d'une capsule. De la même façon, ces vibrations auditives pourront déterminer à l'intérieur d'un circuit des variations de potentiel électrique, qu'il est facile ensuite d'observer et de mesurer par l'intermédiaire d'un galvanomètre à cadre mobile, ou d'un oscillographe.

Mais un tel enregistrement, isolé, serait insuffisant pour renseigner utilement, sur les rapports existant entre les bruits et les différentes phases du cycle cardiaque. Aussi, pour éviter toute confusion dans la lecture des graphiques,

est-il nécessaire d'enregistrer parallèlement un autre tracé situant de façon exacte les phases de la révolution cardiaque. Cette nécessité d'un repérage n'a échappé à aucun des auteurs qui se sont ocupés de phonocardiographie.

## Moyens de repérages des tracés phonocardiographiques

Divers moyens ont été proposés :

*a*) le pouls huméral ;
*b*) le pouls veineux jugulaire ;
*c*) le cardiogramme de pointe ;
*d*) l'électrocardiogramme.

**a)** L'enregistrement simultané du *pouls huméral*, préconisé par M. Lian (75) (76) (77) et d'autres auteurs, nous apparaît comme une méthode approximative et génératrice d'inexactitudes. Le tracé du pouls manque souvent de netteté dans sa configuration. Le début de l'ascension comme le montre la figure 3, est difficile à situer avec précision. De plus la transmission pneumatique entre le brassard de l'appareil de Pachon et la capsule, dont le style bat devant le film d'enregistrement est cause d'un retard appréciable. D'autre part, les variations dans l'élasticité artérielle, si fréquentes chez les sujets âgés, sont pour la transmission de la systole ventriculaire, une autre cause d'erreur, c'est-à-dire une chance supplémentaire d'asynchronisme entre le tracé des bruits et le tracé qui devrait servir de repère.

**b)** Le tracé concomitant du *pouls jugulaire* est de beaucoup préférable. Cette méthode a été utilisée avec succès par Battro, Braun-Ménendez, Cossio, Orias et

leurs collaborateurs dans toutes leurs recherches (15) (27) (28).

Duchosal (37) reconnaît que par cette méthode on établit des corrélations entre les effets de même ordre ; mais il estime, et nous estimons avec lui, que le retard du pouls veineux sur le cœur, sa variabilité graphique, ses difficultés d'interprétation sont des critiques non négligeables. Si cette méthode a pu être à l'origine de déductions intéressantes, comme celles ayant trait au bruit auriculaire normal, de Braun-Menendez, Cossio et leurs collaborateurs, il n'en demeure pas moins qu'elle est d'une technique trop délicate pour devenir d'une utilisation courante.

**c**) La troisième méthode consiste à inscrire en même temps que les bruits le *cardiogramme de pointe.* Elle a été utilisée récemment par Loeper, Lemaire, Garcia de Soria et Lefèvre (46) (79) ( 80).

Ces auteurs, pour éviter les inconvénients de la transmission pneumatique, ont réalisé un dispositif capable d'amplifier électriquement et d'enregistrer les déplacements de la pointe.

**d**) La quatrième méthode et la plus employée est l'enregistrement simultané de *l'électrocardiogramme* et des bruits. C'est la méthode utilisée par la plupart des auteurs. (Einthoven (39), Battaerd (5), Lewis (72), Groedel (52), Duchosal, Routier ...).

Certains ont reproché, à cette méthode, de vouloir comparer des phénomènes électriques intracardiaques à des phénomènes auditifs d'un ordre tout à fait différent. Mais elle a pour elle la simplicité d'enregistrement, la possibilité de l'appliquer à tous les malades, la netteté des accidents électrocardiographiques et leur facile lecture. C'est cette méthode que nous avons choisie pour notre travail.

Après avoir envisagé les diverses méthodes de repérage de la courbe des bruits, il reste à examiner les méthodes récentes et actuelles d'enregistrement de ces bruits.

## Méthodes d'enregistrement phonocardiographique

En laissant de côté celles qui n'ont plus maintenant qu'un intérêt historique, on peut admettre qu'elles se limitent à trois.

1. Méthode d'Einthoven.
2. Méthode de Hess.
3. Méthodes basées sur les propriétés amplificatrices des lampes triodes.

**I. Méthode d'Einthoven** (38) (39). — L'appareillage est essentiellement constitué par un double galvanomètre à cordes, l'un d'eux étant affecté à l'enregistrement de l'électrocardiogramme ; le second galvanomètre recueille les courants d'induction produits par un circuit secondaire pour un courant primitif traversant un microphone.

Cette méthode est d'une utilisation délicate à cause de la fragilité de la corde et de la sensibilité très gênante aux bruits extérieurs des microphones à charbon utilisés au début. On leur a préféré, ainsi que l'a signalé Scheminsky (112), les microphones électromagnétiques qui assurent une reproduction plus fidèle.

Les études phonocardiographiques faites d'après cette méthode par Einthoven et son élève Battaerd, par Lewis, Selenin, Hoffmann, sont du plus haut intérêt. Mais malgré les perfectionnements qu'on a pu lui apporter elle est demeurée cantonnée au laboratoire, du fait de sa technique délicate et du coût très élevé de l'appareillage.

Les mêmes inconvénients se retrouvent en partie dans la méthode de R.-W. Hess.

**Méthodes de W.-R. Hess** (53). — Un pavillon stéthoscopique prolongé par un tuyau de caoutchouc, aboutit à une fine membrane à laquelle est collé le fil, dont l'autre extrémité est fixe. Les vibrations sonores de la membrane sont communiquées intégralement au fil de platine qui se trouve devant l'objectif d'un microscope. Une source lumineuse intense projette une image agrandie 200 fois sur une caméra d'enregistrement à film.

Cette méthode donne de bons tracés. Mais l'oscillographe optique est très sensible et par là même délicat à manœuvrer. Michaud et Fleisch (88), Straehl (116) et Hotz utilisent et préconisent cependant ce procédé.

A ces deux méthodes d'enregistrement, tendent actuellement à s'en substituer d'autres, basées sur les propriétés amplificatrices des lampes triodes.

**Méthodes utilisant les propriétés amplificatrices des lampes triodes**. — Elle est actuellement utilisée par de nombreux auteurs en particulier : Groedel, Wolferth et Margolies, Trendenlenburg, Lutembacher, Duchosal, Routier, Lemaire et Bussard ...

Son principe est basé sur l'emploi d'un amplificateur à lampes analogue à ceux utilisés dans les appareils récepteurs de radiophonie. Dans l'appareillage de Duchosal, qui est l'un des plus perfectionnés, les vibrations sonores du cœur engendrent des courants dans un circuit microphonique en rapport avec la poitrine du patient. Ce microphone fonctionne par l'ébranlement direct de sa membrane. Il est très peu sensible aux bruits extérieurs. Ces courants passent par l'amplificateur à quatre étages de lampes, étudié spécialement en vue d'un rendement rationnel, pour l'amplification des sons de l'ordre de

fréquence de ceux du cœur. Les sons sont suffisamment amplifiés pour actionner un dispositif électro-optique construit de la manière suivante : un puissant électro-aimant reçoit les courants qui impriment à une lame de fer des vibrations transmises ensuite mécaniquement à un dispositif oscillant interposé dans le champ optique d'un appareil de projection lumineuse très réduit. Cet appareil envoie de cette façon un trait de lumière, mobile, sur une bande photographique à enregistrement où s'inscrit la courbe des bruits. L'amplification mécanique à laquelle ce système a recours est faite par des pièces très légères qui rendent inappréciable le retard de transmission dû à l'inertie de l'instrumentation (3 à 5/1000 de sec. au maximum). L'appareil est muni d'un téléphone d'écoute qui est branché parallèlement à l'oscillographe et permet de contrôler l'enregistrement.

Un dispositif analogue a été mis au point dans l'appareil de Scheminsky (112).

Lutembacher (82) a mis au point un phonocardiographe optique fonctionnant au moyen d'un microphone, d'un amplificateur et d'un oscillographe à miroir. Les inscriptions furent faites par cet auteur dans le but didactique de la reproduction consécutive des sons par haut-parleur, par le passage des films devant une cellule photo-électrique de sélénium. Lian et Minot viennent de présenter des dispositifs semblables (135).

L'idée d'amplifier les bruits du cœur pour l'enseignement, a été également à l'origine des recherches techniques de Gamble (45), Brown, Cabot (20-21). de O. Squier de l'U. S. A. Signal corps, de Myres (91). Le problème de l'amplification des bruits du cœur pour un auditoire, est lié étroitement au problème de la sélectivité des appareils et du filtrage des bruits. Il est de toute évidence qu'un phonocardiographe non sélectif, donnant tous les phénomènes vibratoires audibles et infra-audibles, est

impropre à l'amplification. Grâce au concours de l'Engineering Department de New-York, de la Western Eletric Company les auteurs précités et leurs collaborateurs semblent être arrivés à la construction d'appareils amplificateurs pour démonstrations, d'un rendement excellent.

### Appareillage ayant servi à nos recherches.

L'appareillage de Boullitte utilisé par nous est basé sur les mêmes données que les appareils précédemment décrits, sauf qu'il s'agit uniquement d'un appareil d'étude et de diagnostic, et non d'un appareil amplificateur destiné à l'enseignement.

Il présente cependant certains points particuliers :

1° Le microphone statique utilisé, est basé sur le principe de la piézo-électricité découvert par Curie. Il ne nécessite aucune source de courant extérieur, contrairement aux anciens microphones à grenaille ou aux microphones électromagnétiques ordinairement employés.

2° Le système d'amplification comporte trois étages de lampes ; c'est un système proportionnel, c'est-à-dire qu'il n'avantage pas particulièrement telle ou telle fréquence (C'est là, du reste, un grave inconvénient, et non une qualité, ainsi qu'on pourrait être tenté de le croire. La suite de notre exposé relative à la courbe de sensibilité de l'oreille le montrera). A la sortie de l'amplificateur, un oscillographe très sensible transforme les variations électriques en déviations d'un spot lumineux. Un système optique permet de donner un trait lumineux net, que l'on peut enregistrer en conjugaison avec l'électrocardiogramme. Un bouton de réglage permet de graduer la sensibilité de l'appareil. La source de courant utilisée est une batterie d'accumulateurs de 4 volts qui peut être

prise sur les éléments destinés à l'alimentation d'un électrocardiographe à corde, et une petite batterie de piles de 12 volts. Ce phonocardiographe a l'avantage d'être très portatif et d'un réglage facile. Pour prendre un tracé, nous plaçons l'appareil sur la table de l'électrocardiographe à corde de Boullitte, l'ombre de la corde venant s'enregistrer parallèlement à la raie lumineuse du phonogramme.

### Conditions nécessaires à l'exactitude et à la fidélité des enregistrements.

Ayant ainsi donné rapidement la description des principales méthodes utilisées pour l'enregistrement des bruits du cœur, il nous reste à envisager les qualités essentielles que doit posséder un bon phonocardiographe et les conditions dans lesquelles on peut les réaliser. Si en effet on a construit beaucoup d'appareils d'enregistrement des bruits du cœur, il en est peu qui possèdent ces qualités essentielles. Les imperfections techniques sont peut-être l'une des causes premières susceptible d'expliquer nombre de divergences dans les résultats trouvés.

Wiggers et Dean (125, 126, 127, 128) qui se sont particulièrement attachés à l'étude de ces questions estiment qu'avant tout, un *tel appareil doit fournir une image graphique des vibrations audibles des bruits cardiaques aussi exactement, aussi fidèlement que l'oreille les perçoit.*

1. Il doit enregistrer, avec une exactitude suffisante, la fréquence des bruits. Pour cela on contrôlera l'appareil à l'aide d'un diapason, spécialement étalonné, dont le nombre connu de vibrations doubles est par exemple de 514 par seconde.

2. Il doit enregistrer *uniquement* les vibrations auditi-

ves et *non les mouvements de la pointe* au niveau de la région précordiale. Ce défaut avait été signalé dans les appareillages d'Einthoven et de R.-W. Hess. Il en résultait une courbe souvent complexe, quelquefois confuse, où se mêlaient les ondes du cardiogramme apexien et les vibrations auditives. Il avait suffi alors d'une ouverture latérale, pratiquée sur le tuyau de caoutchouc reliant le pavillon appliqué à la poitrine du sujet et la membrane, pour obvier à ce défaut.

3. Il doit enregistrer *uniquement les vibrations audibles* pouvant être perçues par l'oreille, à l'exclusion des phénomènes vibratoires infra-audibles. L'oreille humaine ne perçoit pas en effet toutes les vibrations, mais certaines d'entre elles seulement. Une oreille bien exercée commence à percevoir un mouvement vibratoire à partir de 24-28 vibrations doubles à la seconde. Des appareils enregistreurs munis de filtres respectant cette limite de fréquence furent réalisés. Mais leurs défauts ne tardèrent pas à être démontrés. Ainsi que Posener et Trendenlenburg (103) le mirent en évidence, il arrivait que l'enregistrement d'un souffle cardiaque, nettement perçu à l'oreille, était invisible ou peu visible sur le tracé, alors que des bruits qui paraissaient très assourdis ou faibles y étaient d'une grande netteté. Cette divergence apparente entre la constatation graphique et les données de l'auscultation n'est pas à chercher, comme le montrèrent ces auteurs, dans un défaut majeur de l'appareil, mais dans le fait que l'ouïe a un fonctionnement différent de celui des appareils utilisés.

4. *La courbe de sensibilité de l'appareil doit se rapprocher de la courbe de sensibilité de l'oreille.* — Avec Posener, de nombreux physiciens (Battaerd, Wiggers et Dean...) ont montré que pour des sons de même amplitude mais

fréquence différente, l'oreille ne présentait pas une sensibilité identique.

L'oreille a un maximum de sensibilité pour les phénomènes vibratoires d'une fréquence, située entre 2000 et et 2500 V.D. par seconde. Cette sensibilité décroît rapidement et régulièrement pour les sons plus élevés et plus bas. Les sons plus élevés ne nous intéressent pas ici, ils sont bien au delà de la marge de fréquence des bruits et des souffles cardiaques ; seuls les sons d'une fréquence plus basse nous occupent. Or, si on admet que l'oreille possède une sensibilité de 100%, pour les sons de 2000 à 2500 V. D. par seconde, elle ne serait plus que de 0,05% pour les bruits de fréquence située entre 20 et 40, 0,9% pour une fréquence de 100, 4,5% pour une fréquence égale à 200, 50% pour une fréquence égale à 1000. La progression est donc très rapide, puisque entre les sons de 30 à 100 la sensibilité acoustique passe de 1 à 18. On pourrait traduire graphiquement ce fait d'ordre physiologique par une courbe où la fréquence serait inscrite aux abscisses et la sensibilité aux ordonnées.

Le second facteur qui régit cette sensibilité est l'amplitude vibratoire. Elle est difficilement appréciable dans les enregistrements des bruits du cœur en tant que valeur absolue.

En conclusion, il apparaît que tout bon appareil d'enregistrement des bruits du cœur doit tenir compte des divers facteurs énumérés, et en particulier de la *courbe de sensibilité de l'oreille* suivant la fréquence.

Certains auteurs ont pu penser que des appareils fonctionnant de façon différente, donnant par exemple les phénomènes vibratoires infra-audibles seraient d'un grand secours en cardiologie, en montrant justement ce que l'oreille était incapable de percevoir. Nous pensons, au contraire, qu'un tracé phonocardiographique donnant

indifféremment tous les phénomènes vibratoires infra-audibles et audibles, est dangereux, surtout pour les observateurs peu prévenus. La plus grande confusion dans l'interprétation des bruits cardiaques peut en résulter. Toute méthode phonocardiographique ne se proposant pas comme but de suivre et d'enregistrer fidèlement ce que notre oreille entend, n'est à notre avis qu'une méthode théorique, arbitraire, incapable de fournir au cardiologue des renseignements utiles, donc vouée à l'échec.

La plupart des constructeurs se sont heureusement inspirés des considérations énoncées par Wiggers et Dean.

Passant dans le domaine des réalisations techniques, les difficultés sont multiples s'il s'agit d'appareils basés sur les méthodes d'Einthoven et de W.-R. Hess. Elles sont moins grandes pour les appareils basés sur les propriétés amplificatrices des lampes triodes. Il est relativement facile d'éliminer les vibrations infra-audibles à l'aide de *filtres* semblables à ceux utilisés en radiophonie (avec condensateurs et selfs). Nous renvoyons le lecteur que pourrait intéresser ce point, aux travaux de Gamble (45), Jacobson (58), Bierring, Bone (9 *bis*), et Lockard.

Il est plus difficile de trouver une technique de filtrage permettant d'avoir un appareil dont la courbe se rapproche de la courbe de sensibilité de l'oreille. Cela semble avoir été réalisé par Groedel, par Duchosal (32), et il n'est pas douteux que des appareils ainsi conçus, permettent, plus que les autres, une analyse très précise des phénomènes cardiaques audibles. Si nous avons insisté sur ces questions primordiales, essentielles, c'est parce qu'elles sont trop oubliées par certains auteurs.

Lorsqu'en biologie ou en médecine, on considère les résultats fournis par un appareil quel qu'il soit, la première épreuve devrait être, d'abord, d'étudier à fond et de contrôler cet appareillage. Toute autre méthode ne peut que conduire à l'erreur.

**Technique de l'enregistrement.**

Certaines précautions sont nécessaires pour la prise des tracés phono-cardiographiques. Sans vouloir exiger les conditions d'isolement et de silence réalisées dans les studios d'enregistrement pour films sonores, il est évident que tout bruit extérieur doit être soigneusement évité durant l'enregistrement.

Le seul fait de parler, même à distance, dans la salle, de marcher ou de fermer une porte, détermine à coup sûr des vibrations supplémentaires, dites parasites, pouvant rendre illisibles les tracés.

La partie antérieure du thorax doit être entièrement découverte. La pièce dans laquelle on travaille doit être suffisamment chaude pour que le malade ne présente pas de tremblements. Le fonctionnement, dans la salle où on opère, d'un appareil électrique tel que diathermie, ondes courtes, doit être interrompu.

Comme pour la prise d'un électro-cardiogramme le sujet doit être placé en décubitus, et en état de résolution musculaire aussi complète que possible. Certains auteurs conseillent une inclinaison légère sur le côté gauche.

Les bruits respiratoires sont souvent cause de perturbations. Ces troubles apportés par la respiration sont encore plus marqués pour l'enregistrement des bruits à la base du cœur qu'à la pointe.

La méthode qui nous a semblé la plus simple et que nous utilisons, consiste à demander au malade de retenir sa respiration après avoir vidé son thorax d'air. Certains

auteurs et en particulier Battaerd (5) trouvent cependant cette méthode médiocre.

« Demander au malade de retenir sa respiration, écrit cet auteur, ne peut donner de bons résultats, parce qu'il est ainsi amené à contracter différents muscles et à mêler ainsi des bruits de contraction musculaire aux bruits du cœur. De meilleurs résultats sont obtenus en demandant au malade de respirer vite et profondément, juste avant la prise du tracé ».

L'apnée physiologique produite après ces inspirations et expirations forcées, supprime pratiquement tout bruit respiratoire durant l'enregistrement.

D'après Bierring, Bone, Lockad et d'après nos observations, le degré de pression avec lequel on applique le microphone sur la poitrine doit entrer également en considération. Les sangles et les lanières en caoutchouc fixant le microphone contre la paroi précordiale sont souvent causes de bruits parasites. Il est préférable de faire poser doucement, sans presser, en position de repos, la main du malade, sur le fond du micro. D'après les auteurs précités, la pression la plus légère, permettant de maintenir un bon contact avec la peau de façon à éliminer les bruits extérieurs, est à conseiller pour avoir de bons enregistrements. Dans l'appareillage de Groedel une sorte de ventouse, maintient le microphone collé à la poitrine du sujet (52).

Nous avons l'habitude de prendre le tracé électrocardiographique conjointement à la courbe phonique. La dérivation que nous utilisons habituellement est la *dérivation* 2.

Les vitesses d'enregistrement sont de 5 cm. ou de 10 cm. par seconde. Nous préférons, lorsqu'il s'agit d'un cœur tachycardique, ou bien de rythmes complexes, la vitesse rapide de 10 cm. par seconde. Elle permet de mieux distinguer les trains d'ondes qui correspondent aux bruits

et donnant plus de détails, rend plus facile l'évaluation de la fréquence moyenne qui s'y rapporte, dans les cas où l'évaluation de cette fréquence présente de l'intérêt.

L'appareil étant placé sur la table de l'électrocardiogramme, on l'oriente de telle façon que le faisceau lumineux qui en émane se projette sur la fente de l'enregistreur à côté de l'ombre de la corde. La plage où se meut le spot lumineux est intentionnellement laissée obscure.

DEUXIEME PARTIE

## COURBES PHONIQUES DES BRUITS NORMAUX ÉTUDE DU PREMIER BRUIT

Il n'existe pas en biologie de phénomènes vraiment simples. Lorsque l'un d'eux, un moment donné, semble devoir s'imposer à nous par sa simplicité, ne devient-il pas toujours un problème complexe lorsqu'on prend la peine d'en poursuivre l'étude ?

L'apparente simplicité des faits n'est-elle pas bien souvent le seul reflet de la paresse naturelle à notre esprit ? Il suffit de consulter les ouvrages admirables qu'ont écrit Henrijean et Frédéricq, sur la nature des phénomènes cardiaques, pour apercevoir des mondes encore inconnus derrière les plus récentes découvertes physiologiques. La nature des bruits du cœur est l'un de ces mondes, et l'extériorisation acoustique de ces bruits, un ensemble de phénomènes des plus complexes.

C'est pourquoi, comme à nombre d'auteurs ayant examiné la même question, il nous a semblé qu'une étude, aussi précise que possible du phonocardiogramme normal, devait logiquement précéder celle des modifications physiologiques ou des altérations pathologiques de l'un des bruits.

Nous avons limité volontairement notre étude au premier bruit.

## Enregistrement du premier bruit à la pointe

**Aspect graphique.** — Le premier bruit se compose de 4 à 6 oscillations d'inégales amplitudes, groupées en un train d'ondes qui dure de 0,10 à 0,14 sec. (*fig.* 1 et 2). La durée du premier bruit présente, comme on le voit chez

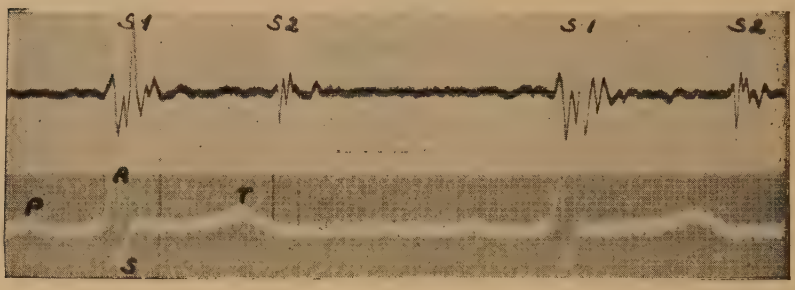



**Fig. 1.** — *Coeur normal,* vitesse d'enregistrement 10 cm. par seconde. Dans ce tracé et ceux qui suivent la longueur de chaque petit rectangle représente 0,02 sec. L'électrocardiogramme situé au-dessous de la courbe phonique a été pris comme dans tous les tracés suivants, en 2e dérivation. D. II.

S I = 1er bruit. S 2 = 2e bruit.

Le début du premier bruit est en rapport avec le pied de R ; le début du 2e bruit survient 0,01 sec. avant la fin de l'onde T.

durée du 1er bruit : 0,12 sec.

durée du 2e bruit : 0,06 sec.

Les vibrations initiales du premier bruit sont peu nettement individualisées, les vibrations terminales sont visibles sous forme d'une à deux ocillations de moyenne et faible amplitude.

les sujets normaux, quelques variations. Kahn (61) qui a étudié les rapports entre la durée du premier bruit et la fréquence des pulsations chez le chien, estime qu'il n'existe pas de rapport nettement établi entre eux. En réalité, les analyses du premier bruit faites sur de nombreux tracés ont montré qu'il était formé de trois parties distinctes : *les vibrations initiales, les vibrations principales* et *les vibrations terminales.* Ces trois subdivisions ne se distinguent de façon claire que sur les tracés pris à une vitesse suffisante. La plus ou moins grande sensibilité donnée à l'appareil a une influence sur le caractère dis-

tinctif de ces trois zones. Lorsque la sensibilité de l'appareil est très limitée, les vibrations initiales du premier bruit à la pointe sont si réduites en grandeur, qu'elles peuvent difficilement être distinguées. Si au contraire on augmente la sensibilité de l'appareil, les vibrations initiales deviennent plus nettement visibles.

La rapidité imprimée au film, la sensibilité, sont donc les deux conditions qui permettent le mieux d'observer les vibrations initiales. Même dans les conditions optima, ces vibrations ne sont pas toujours visibles (*fig.* 2).

La phase correspondante à ces vibrations est composée d'une à deux oscillations assez lentes et de faible amplitude. Elle a une durée de 0,02 à 0,04 sec. Elle se poursuit sans pause par la phase d'oscillations à grandes amplitudes dont le nombre de vibrations doubles est de 3 à 5 environ.

Vient ensuite la phase terminale d'où émergent de façon inconstante 1 à 2 oscillations très petites.

Pour certains auteurs les oscillations correspondant à la phase initiale ne seraient pas perçues par l'oreille.

Les calculs des fréquences moyennes nous ont montré que dans la règle, elles étaient supérieures à la limite de l'audibilité, donc perceptibles. Nous croyons qu'une regrettable confusion s'est établie entre la phase des vibrations initiales et certaines oscillations situées avant le premier bruit, qui elles, sont inaudibles normalement.

**Fréquence moyenne du premier bruit.** — La fréquence moyenne de toutes les oscillations composant le premier bruit est des plus variable. Battaerd la situe entre 75 et 500 périodes par seconde. Les études concernant la fréquence moyenne n'ont du reste, de l'avis de nombreux auteurs, qu'un intérêt purement théorique.

C'est ainsi que le caractère irrégulier observé sur les tracés, ne rend pas possible de comparer ces vibrations

à celles d'un bruit ou d'un souffle musical dont la fréquence et l'amplitude seraient régulières. Le premier bruit apparaît comme étant formé de différents trains d'ondes dont les limites de fréquence sont tellement variables, que sa hauteur moyenne présente un intérêt des plus limité et répond peu à la réalité.

Il suffit d'examiner attentivement un tracé avec une loupe ou de procéder à un agrandissement photographique pour se rendre compte de la réalité de ces faits.

A cette notion sans intérêt de la fréquence moyenne, certains, en particulier Cabot et Dodge (21), ont substitué la notion plus intéressante des fréquences limites des bruits. Ils ont utilisé des appareils amplificateurs des bruits du cœur, avec pick-up. Ils apprécient ainsi à l'oreille les caractères des bruits. Ensuite, ils procèdent par tâtonnements, et utilisent successivement, pour les hautes et basses fréquences, une gamme de filtres spéciale lement étalonnés. Lorsque l'un d'eux commence à altérer le caractère des bruits, c'est qu'il a atteint ou même dépassé sa fréquence limite supérieure ou inférieure. Les recherches effectuées dans ce sens, ont eu surtout pour but les fréquences limites des bruits surajoutés et des souffles.

Nous avons cherché sur nous mêmes et sur différents sujets si l'effort modifiait l'aspect et la fréquence des vibrations. Nous n'avons rien observé dans le sens d'une modification de la fréquence.

**Modifications morphologiques des vibrations du premier bruit.** — Comme Battaerd, nous avons remarqué une certaine similitude entre des tracés pris à plusieurs jours et à plusieurs semaines d'intervalle chez les mêmes sujets, à la condition toutefois de placer le microphone au même endroit de la poitrine, et d'opérer dans des conditions approximativement les mêmes de sensibilité

de l'appareil. Cependant, alors que, dans certains cas, il est impossible par des mesures précises de trouver une différence entre deux bruits correspondants malgré leur aspect désordonné et irrégulier, dans d'autres cas, on observe de véritables transformations, alors que la courbe E.C.G. ne s'est en rien modifiée (*fig.* 2)

Sur deux pulsations successives, on peut ainsi observer, soit la disparition des vibrations initiales, soit celle des vibrations terminales, soit de profondes modifications dans l'aspect des vibrations principales qui peuvent différer de nombre et de forme.

L'explication des variations de la courbe phonocardiographique est facile à trouver d'après Battaerd. Une modification dans le rythme respiratoire, une languette pulmonaire plus ou moins épaisse interposée entre le cœur et le poumon suffit à arrêter certaines oscillations de faible amplitude et à transformer l'aspect de la courbe.

**Intensité relative du premier bruit du cœur.** — L'intensité relative des bruits du cœur et en particulier celle du premier bruit a été l'objet d'importants travaux de Lewis, Carl Wiggers et de Dean.

Elle est difficile à juger sur le seul tracé et elle ne peut l'être qu'indirectement. Les deux seuls caractères qu'on peut en effet apprécier sur un tracé, sont l'amplitude des oscillations et la fréquence (fréquence d'une oscillation ou bien fréquence moyenne d'un groupe d'oscillations).

D'après Wiggers, l'intensité des bruits appréciée par l'oreille humaine est directement proportionnelle à la force transmise au tympan et dépend par conséquent de l'amplitude des vibrations, mais aussi de la fréquence, facteurs qui peuvent être exprimés par la formule : $Ia = (N.A.)^2$.

Il a en effet été proposé par Eithoven que l'intensité

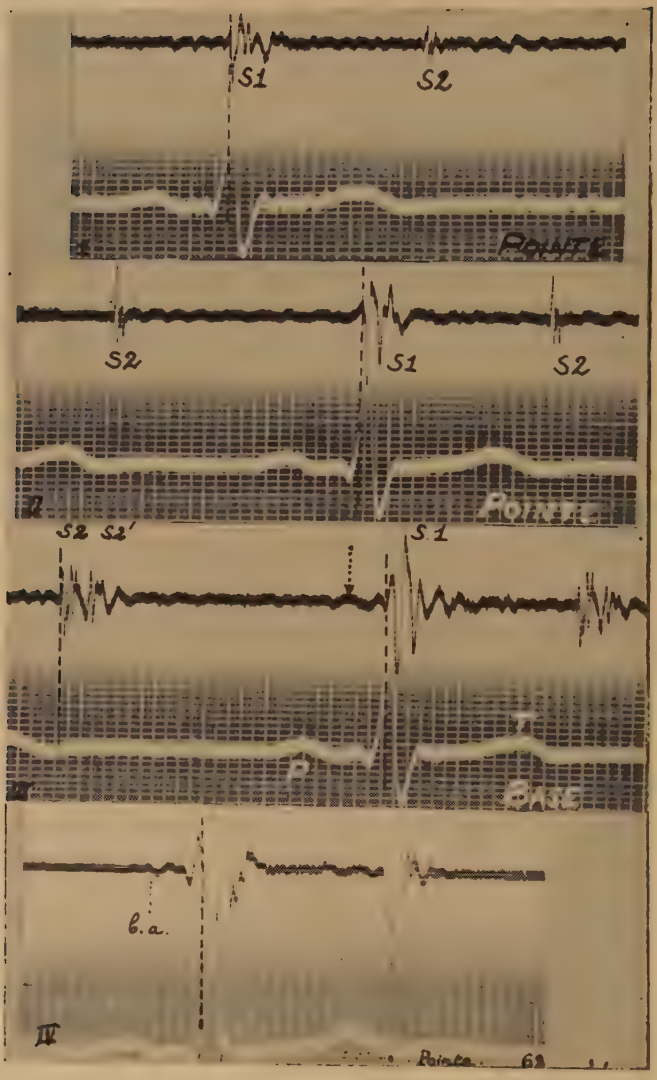

S1
S2
Pointe
S2
S1
S2
Pointe
S2 S2'
S1
b. a.
Pointe

**Fig. 2.** — Vitesse d'enregistrement = 10 cm. sec.

Les trois premiers tracés sont pris chez le même *sujet normal*, 31 ans l'appareil ayant la même sensibilité.

I. Tracé pris à la *pointe*, en *inspiration forcée*.

Le début du premier bruit S1 coïncide à peu près avec le sommet de l'onde R.

Les vibrations initiales sont peu visibles ; l'amplitude des vibrations est dans l'ensemble peu élevée.

II. Tracé pris à la *pointe* en *expiration forcée*.

L'amplitude des vibrations est augmentée.

On retrouve une certaine ressemblance morphologique entre les vibrations.

III. Tracé pris à la base en expiration forcée.

L'amplitude des vibrations est encore plus forte qu'à la pointe. Le plus souvent c'est le contraire qu'on observe.

On ne note pas de retard dans le début du premier bruit à la base, par rapport au début du premier bruit à la pointe.

S1 = 1$^{er}$ bruit

S2 — S2' = 2$^{e}$ bruit dédoublé.

IV. Madame Lac., 21 ans, jeune femme *normale*.

L'oscillation qui précède le trait pointillé, correspond à une vibration initiale.

Le premier bruit ici débute entre 0,01 à 0,02 sec. avant le pied de R.

*b.a.* = vibrations présystoliques inaudibles retrouvées de façon constante sur plusieurs mètres de tracé. Ces vibrations sont vraisemblablement d'origine auriculaire.

relative des bruits du cœur pourrait être calculée d'après cette formule et exprimée numériquement. On renonça à cette méthode par la suite.

Cela se comprend aisément. La fréquence moyenne du premier bruit et l'amplitude A étant variables suivant le moment de chaque oscillation, il devenait nécessaire de prendre des moyennes, difficiles à établir parfois. Partant donc d'éléments inexacts, la multiplication de ces deux facteurs, et le carré du chiffre obtenu, multipliaient encore l'erreur initiale.

Malgré l'abandon justifié de l'équation proposée par Einthoven, il n'en demeure pas moins que l'étude de l'intensité du premier bruit présente de l'intérêt. Une grossière, mais cependant meilleure estimation de l'intensité des bruits, et se rapprochant assez des conditions de l'auscultation, est celle qui consiste à comparer l'aspect général présenté par les groupes de vibrations composant chaque son. D'après Wiggers, si l'intensité d'un bruit augmente, l'amplitude de toute l'onde augmente et le nombre total des vibrations qui entrent dans la composition du bruit augmente aussi (par suite de l'adjonction de vibrations qui primitivement étaient subminimales et arrêtées par la paroi thoracique). Si par contre l'intensité d'un son est réduite, l'amplitude des vibrations est réduite, mais également le nombre des vibrations. Lewis dans ses études expérimentales sur l'enregistrement des bruits du cœur, essayait d'observer l'effet de l'élévation de la tension artérielle par la compression de l'aorte, sans arriver à des conclusions fermes. Wiggers et Dean reprenant ces expériences estiment que l'intensité des bruits du cœur, directement enregistrés, est conditionnée par les éléments dynamiques de la circulation. Ils ont ainsi trouvé que les vibrations du premier, et du deuxième bruit augmentaient non seulement en amplitude, mais aussi dans leur nombre quand les ventricules augmen-

taient de vigueur et que la pression sanguine s'élevait simultanément (soit par injection d'adrénaline, compression aortique ou asphyxie).

Wiggers a déterminé également les rapports entre la vitesse du cœur et l'intensité du premier bruit. Il a montré que l'intensité du premier bruit du cœur était liée au volume du sang déchargé par les ventricules.Lorsque le cœur tend à se ralentir, la décharge systolique est augmentée et l'intensité du premier bruit du cœur réduite.

L'intensité du premier bruit, ajoute cet auteur, varie directement comme la tension systolique développée dans les ventricules et avec la tension développée durant la période isométrique de la systole.

**Rapports entre le premier bruit et l'électrocardiogramme, le pouls et le mécanogramme.** — Depuis Einthoven, l'étude de ces rapports a suscité de nombreuses recherches. Leurs résultats en apparence ne s'accordent pas. Cela tient, croyons-nous, à la diversité des appareillages et des techniques employées. Il suffit qu'un auteur utilise un appareil muni ou non de filtres, disposant d'une plus ou moins grande sensibilité, pour faire apparaître ou disparaître les vibrations initiales du premier bruit.

Th. Lewis, le premier, a précisé les rapports du premier bruit avec les accidents de l'électrocardiogramme. Il procéda à une étude chez différents sujets. Il notait le pouls, la distance du pied de l'onde Q au premier bruit, la distance du pied de l'onde R à ce bruit. Nous donnons, page 42, le tableau ayant servi à Th. Lewis à établir ces moyennes :

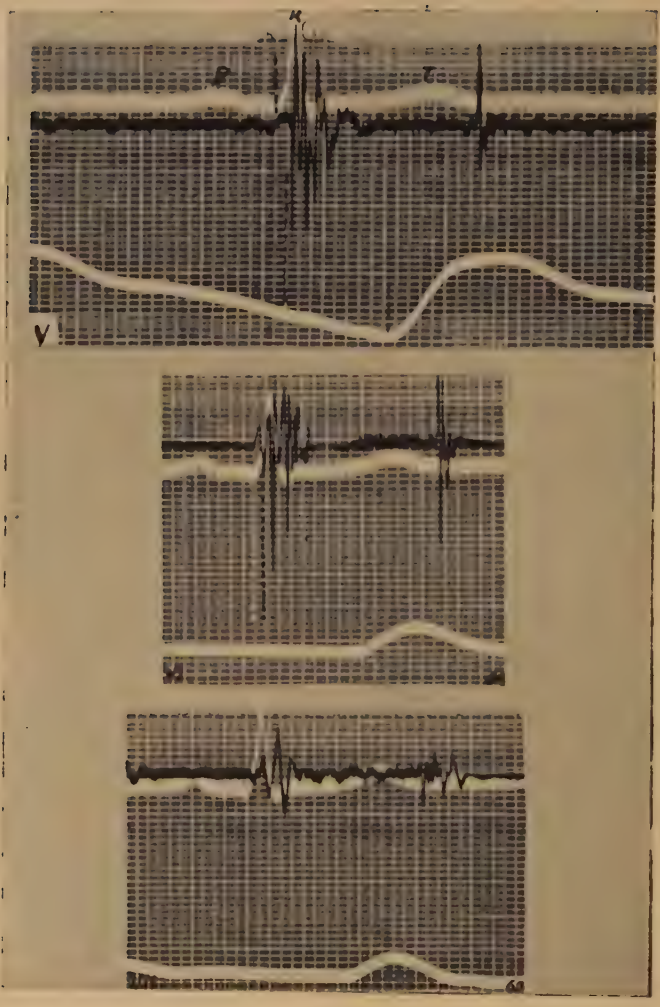


**Fig. 3.** — Enregistrement des *bruits normaux.*
Vitesse = 10 cm. par sec.

V. Sujet normal âgé de 31 ans.

Enregistrements simultanés du pouls *huméral,* de la courbe phonique et de l'E.C.G.

On voit de façon nette la difficulté qu'il y aurait à faire le repérage uniquement d'après le pouls, et le caractère d'inexactitude d'un tel procédé.

Le premier bruit survient 0,02 sec. après le pied de R.

VI et VII. Il s'agit de deux enregistrements pris sur une femme de 24 ans.

Le premier est pris en augmentant la sensibilité de l'appareil.

Le premier bruit commence avec le pied de R . La première oscillation correspond à une vibration initiale.

Au-dessous, enregistrement au même endroit de la région précordiale, mais avec une intensité réduite de l'appareil.

Certaines vibrations de faible amplitude, ont disparu.

La morphologie du premier bruit est très simplifiée.

L'oscillation initiale a disparu. En se basant sur ce seul tracé, on pourait croire que le premier bruit débute 0,01 à 0,02 sec. après le pied de l'onde R. On ne voit plus trace des vibrations terminales.

Ceci montre qu'il est indispensable pour comparer des tracés, de les prendre exactement dans les mêmes conditions de sensibilité de l'appareil.

| Vitesse du cœur | Début de l'onde Q jusqu'au 1er bruit | Début de l'onde R jusqu'au 1er bruit |
|---|---|---|
| 77 | 0,039 | 0,026 |
| 77 | 0,036 | 0,026 |
| 74 | pas de Q | 0,009 |
| 100 | 0,015 | 0,008 |
| 95 | pas de Q | 0,005 |
| 108 | 0,012 | 0,006 |
| 75 | pas de Q | 0,015 |
| 68 | 0,005 | 0,005 |
| 81 | 0,011 | 0,002 |
| 72 | 0,024 | 0,011 |
| 102 | pas de Q | 0,026 |
| 90 | 0,028 | 0,018 |
| 78 | 0,013 | 0,008 |
| 90 | 0,025 | 0,018 |
| 75 | 0,030 | 0,025 |

Le premier bruit commence ainsi de 0,01 à 0,05 sec. après le pied de l'onde R.

L'erreur de mesure dans ce tableau, d'après l'auteur, ne dépasse probablement pas 0,005 sec. dans chaque cas.

Pour Battaerd, si on prend le soin de choisir des tracés montrant les vibrations initiales, on peut conclure que le premier bruit apparaît seulement quelques millièmes de sec. après le commencement de l'E.C.G. ventriculaire.

Duchosal, bien qu'opérant avec un appareillage des plus perfectionné, a observé des variations entre le pied de l'onde R et le premier bruit. Pour lui ce temps R. $B^1$ traduirait le temps employé par le myocarde pour répondre au stimulus.

L'appréciation exacte de ce temps de latence pourrait, de l'avis de Duchosal, être utile dans l'étude de la capacité fonctionnelle d'un cœur malade.

Nous citons seulement pour mémoire le fait qu'on a pu incriminer le retard de la transmission des bruits comme

étant dû à la plus ou moins grande épaisseur des tissus situés au devant du cœur. C'est là une interprétation grossière. Cet élément est tout à fait négligeable puisque la distance à parcourir étant très largement évaluée à 75 cm., le temps de propagation des bruits atteindrait seulement 2/1000 de sec.

Le rapport entre le premier bruit du cœur et le pouls carotidien a été déterminé par Kahn (137) chez le chien ; il est en moyenne de 0,067 sec. avant l'augmentation de pression dans la carotide. Les chiffres trouvés chez l'homme varient entre 0,075 et 0,775, d'après O. Weiss (122). S'il peut être agréable, pour certains esprits, de calculer les temps à 1/1000 près, nous avons quelques doutes quant à l'exactitude de la méthode.

Th. Lewis estime que la limite d'erreur dans ses estimations ne dépasse pas 0,005 sec. Nous pensons que ce chiffre est peut-être lui-même en deça de la vérité.

Nous pensons que l'estimation du temps, quand il s'agit de 1/1000 de sec., peut être sujet à erreur, avec la plupart des appareils utilisés. Aussi, plutôt que de se fier aveuglément aux chiffres, n'est-il pas sans intérêt de comparer directement les deux tracés, électro et phonocardiogramme.

En comparant ainsi directement les deux courbes, on observe qu'une verticale passant par le début du premier bruit, coupe la branche ascendante de R, ou passe par son sommet (l'onde rapide étant prise en dérivation 2 et étant d'aspect normal).

Tels sont les résultats donnés par la plupart des auteurs qui se sont occupés de phonocardiographie. Parmi les tracés enregistrés par nous, certains nous permettent de formuler des conclusions semblables, pas tous cependant. Les différences relevées portent sur les vibrations initiales.

Dans certains cas (*fig.* 2. I, II, III), s'il existe un

retard du début des vibrations initiales par rapport au début de l'électrocardiogramme ventriculaire (pied de l'onde R), sur aucun de nos tracés, ce retard ne dépasse 0,03 à 0,04 sec. Dans d'autres par contre (*fig.* 2, IV) le début de l'onde qui nous paraît devoir être interprétée comme l'onde initiale est nettement situé avant le pied de l'onde R. Ces observations portent sur une trentaine de tracés (sujets normaux, ou sujets ne présentant pas d'altérations de la présystole ou du premier bruit). Des faits semblables ont été observés par Cossio et ses collaborateurs (28).

A côté de ces rapports d'intérêt pratique pour la lecture des courbes phoniques, il était logique de considérer les rapports du phonocardiogramme avec le mécanogramme, dont il n'est qu'un effet.

Le repère donné dans le cours de la révolution cardiaque par le début du premier bruit est des plus intéressants. Si l'on s'en rapporte aux tracés de physiologistes tels que Fredéricq et Gerhartz (48) ayant mesuré exactement la pression ventriculaire chez l'animal, le début du premier bruit coïncide avec le début de la systole ventriculaire, c'est-à-dire avec l'instant précis où la pression ventriculaire commence à s'élever.

(Braun-Ménendez et Orias écrivent que les vibrations initiales s'inscrivent 0,035 à 0,06 sec. avant l'augmentation de la pression intra-ventriculaire. Ils sont en contradiction absolue avec les physiologistes). Toujours chez l'animal, le mécanogramme est précédé de façon invariable par un intervalle de 0,01 sec. de l'E.C.G., ventriculaire. Aucun autre examen clinique habituel ne permet d'apprécier ce début exact de la systole, pas plus l'électrocardiographie que l'enregistrement du pouls veineux. Ce repère phonique confronté avec le commencement du deuxième bruit qui marque le début de la chute de la pression ventriculaire (fermeture des sigmoïdes) permet

une mensuration précise de la durée de la systole (Lewis (74) p. 17, Duchosal (32).

Après avoir envisagé l'aspect morphologique des vibrations correspondant au premier bruit, leur fréquence, leur intensité, leur situation par rapport à l'électrocardiogramme, il nous reste à envisager la signification de chacun des groupes d'oscillations.

Nous nous attacherons particulièrement à l'étude de la signification des vibrations initiales. Cette étude nous a paru nécessaire pour la bonne compréhension de la suite de l'exposé, relative aux dédoublements du premier bruit et au galop présystolique.

## Signification des vibrations initiales

Il est de toute évidence que le fait d'opérer avec un appareil muni de filtres ne laissant passer que les vibrations audibles, supprime à peu près toute cause d'erreur sur le caractère audible ou non des vibrations initiales. A défaut d'appareillage aussi perfectionné, nous avons pensé que le calcul, bien qu'approximatif, de la fréquence moyenne dans certains cas pouvait fournir quelques renseignements utiles. Nous avons ainsi trouvé que parfois ces vibrations étaient d'une fréquence moyenne entre 25 et 40 V.D. par seconde donc probablement perceptibles à l'oreille. Dans d'autres cas elles sont au-dessous de ces chiffres, donc inaudibles.

Beaucoup plus difficile est le problème de leur signification.

Pour les uns, elles sont d'origine ventriculaire, et elles seraient liées à la mise en tension des parois ventriculaires.

Pour les autres elles sont liées plus ou moins directemet à la systole des oreillettes.

Une grande partie de l'intérêt de cette discussion réside

dans le fait que certains auteurs regardent les différents dédoublements du premier bruit et le galop présystolique, comme l'exagération de vibrations initiales liées exclusivement à la systole de l'oreillette.

Nous donnerons successivement les principaux arguments invoqués à l'appui de la théorie ventriculaire et auriculaire.

a) *Arguments invoqués à l'appui de la théorie ventriculaire.*

En premier lieu ce sont les arguments produits par les physiologistes. Fredericq et Gerhartz ayant mesuré exactement la pression ventriculaire chez l'animal ont observé que le début du premier bruit coïncide avec le début de la systole ventriculaire, c'est-à-dire avec l'instant précis où la pression ventriculaire commence à s'élever.

Ils ont d'autre part montré que le début du mécanogramme était séparé de façon constante de 0,01 sec. du dabut de l'électrocardiogramme ventriculaire. Des arguments graphiques ont été invoqués. Ce sont les conclusions données par Lewis et Battaerd, à savoir, que le début des vibrations initiales survient de 0,01 à 0,05 sec. après le début de l'onde R.

b) *Arguments invoqués en faveur de la théorie auriculaire.*

Hurtle (56) et Weiss (120) ont les premier admis l'hypothèse que les vibrations initiales ou « vorton » étaient audibles et représentaient le bruit de la contracture auriculaire. Nombreux sont ceux qui par la suite ont cherché des arguments pour satisfaire l'hypothèse d'Hurthle et Weiss. Benatt (8 et 9) enregistrant de façon parallèle le phonocardiogramme et le pouls jugulaire note qu'en face de l'oscillation auriculaire inscrite sur le tracé surveineux, figurent le tracé phonique des vibrations qu'il

intitule « prosegment ». Et il conclut : « la méthode d'enregistrement graphique des bruits du cœur, montre que le premier bruit se trouve déjà avant la systole ventriculaire proprement dite.

Des faits semblables ont été notés par Cossio, Braun-Ménendez et leurs collaborateurs (6), en utilisant la même technique d'inscription du pouls jugulaire.

Bridgmann (16) admet l'existence de vibrations présystoliques mais estime qu'elles sont en général au-dessous des limites de l'ouïe. Nous essaierons de montrer que ces vibrations n'ont rien de commun avec le « vorton » de Hurthle et Weiss.

Bramwell (14) déclare avoir observé fréquemment des vibrations initiales présystoliques sur de nombreux tracés dans des cas d'hyperthyroïdisme. « Quand il en est ainsi, ajoute cet auteur, ces vibrations donnent lieu à un bruit présystolique perceptible et ceci nous donne l'explication du phénomène clinique, à savoir que le premier bruit du cœur, fort et prolongé, qui caractérise le cœur surmené de l'hyperthyroïdisme peut simuler facilement le premier bruit et le souffle présystolique du retrécissement mitral au début.

Des auscultations répétées par nous chez 15 basedowiennes et les enregistrements effectués dans quelques uns de ces cas ne nous permettent pas de formuler de semblables conclusions.

« Plus encore, ajoute cet auteur, je dirais que les petites vibrations présystoliques qui marquent le premier bruit dans les tracés obtenus chez des sujets normaux sont de même nature que les grandes vibrations obtenues dans l'hyperthyroïdisme ».

« Chez les normaux ces vibrations initiales qui constituent le composant auriculaire du premier bruit sont d'ordinaire de si petite amplitude qu'elles ne peuvent atteindre le seuil de l'audibilité ».

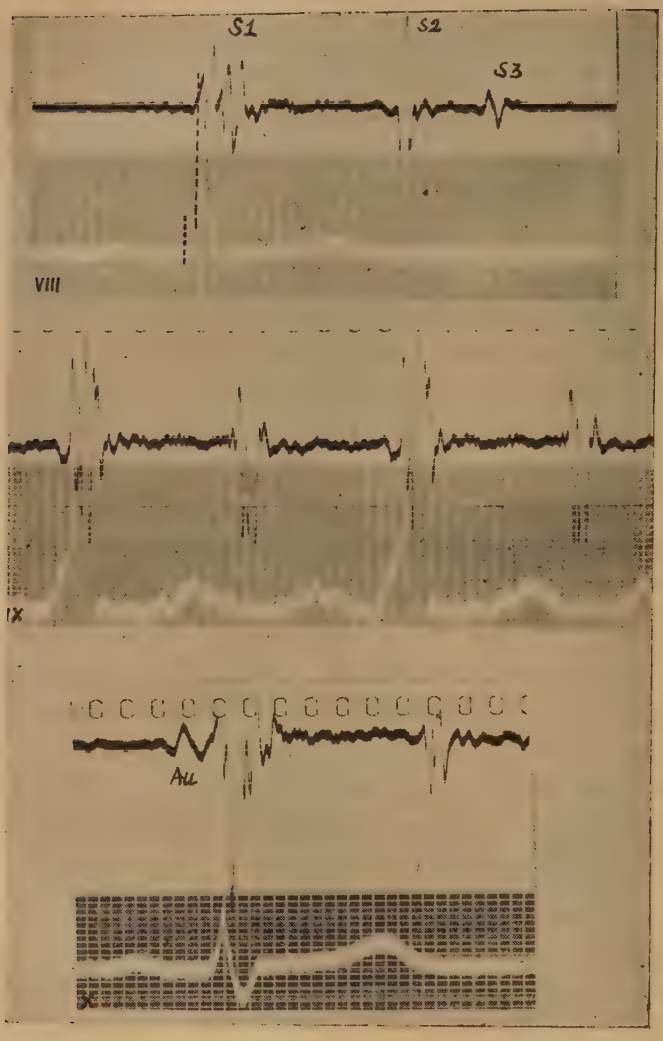



**Fig. 4.** — Vitesse d'enregistrement = 10 cm. sec.

VIII. M. A..., 18 ans.

*Premier bruit normal* (S.1). Le début commence peu après le pied de R. La première oscillation constitue la seule vibration initiale. En outre, on note la présence d'un troisième bruit du cœur.

IX. Madame D., 48 ans, *premier bruit normal*, absence de vibrations initiales, malade Vasedowienne.

Cette femme présentait à d'autres moments des bruits dédoublés. Voir fig.

X. M. A., 26 ans.

*Galop présystolique* chez un sujet en apparence normal, ou plutôt dédoublement présystolique du premier bruit (espace G. S1 entre 0,03 et 0,04 sec.)

Il s'agissait d'un sportif qui ne présentait pas d'autre manifestation de cardiopathie et n'accusait aucun symptôme fonctionnel.

espace P.G. = 0,04 sec.

Le bruit surajouté existait de façon constante, sur plusieurs mètres de tracés, pris au repos, à des moments différents.

Bramwell trouve un nouvel argument à sa thèse dans le fait qu'ayant eu l'occasion d'observer aux jeux olympiques d'Amsterdam 192 athlètes dont la spécialité exigeait un effort prolongé et rigoureux le premier bruit était extraordinairement prolongé et simulait le premier bruit et le souffle présystolique d'un retrécissement mitral ». Sans nier l'existence de tels faits nous regrettons que l'auteur n'accompagne ces curieuses observations de tracés phonocardiographiques.

Nous avons eu l'occasion d'observer quelques sportifs en compagnie de notre Maître Laubry et de notre camarade Samain. Chez l'un d'eux nous avons pratiqué un enregistrement qui nous montre l'existence d'ondes auriculaires, mais n'ayant rien de commun avec les vibrations initiales du premier bruit (*fig.* 4)

Le dernier argument fourni en faveur de l'origine auriculaire des vibrations initiales est l'identification trouvée entre elles et les systoles en écho au cours de la dissociation auriculo-ventriculaire complète. Lewis l'avait développé déjà ; Bridgmann, Reid, Bramwell, et surtout Cossio et ses collaborateurs y ont trouvé des éléments qu'ils estiment être de certitude. Lorsque dans la dissociation auriculo-ventriculaire complète, l'onde P apparaît loin du complexe ventriculaire Q.R.S. il peut se produire le phénomène décrit sous le nom de systole en écho. Les sytoles en écho se traduisent sur la courbe phonique par des vibrations isolées, en général de faible amplitude (*fig.* 11). Si le complexe auriculaire apparaît avant le complexe ventriculaire et à une distance normale (0,09 à 0,18) de celui-ci, les vibrations initiales sont visibles, elles seraient situées un peu avant le pied de l'onde R (Braund-Ménendez et Orias) (15). Si par contre l'onde P apparaît un peu après le complexe Q.R.S. on observe sur la courbe phonique un dédoublement du premier bruit alors que les vibrations initiales sont absentes.

Puisque les vibrations initiales disparaissent lorsque l'onde P suit, leur présence lorsque P précède, serait expliquée par leur origine auriculaire.

La preuve ne nous paraît pas devoir être si facilement faite. Les tracés de Braun-Ménendez et Orias (15), ne nous ont nullement convaincu ; la ligne de base dans la fig. 5 de leur article et dans les autres, présente des oscillations, gênant la lecture à tel point, qu'il est permis de se demander si la fréquence propre utilisée n'est pas trop voisine de celles des oscillations propres aux bruits auriculaires et ventriculaires. Nous avons trouvé les tracés de Bramwell beaucoup plus éloquents. En outre, il ne nous semble pas qu'en partant de manifestations pathologiques, dont la cause intime prête encore à discussion, on puisse inférer une identité quelconque entre ceux-ci et les phénomènes acoustiques d'un cœur normal.

Nous avons observé sur quelques tracés, que les vibrations initiales semblaient survenir chronologiquement avant le début de l'onde R mais nous pensons qu'il serait dangereux, en partant de ces tracés, de formuler des conclusions absolues. Trop d'arguments encore postulent à notre avis contre l'origine auriculaire des vibrations initiales. Battaerd s'est élevé contre cette opinion en montrant la différence chronologique entre les vibrations initiales et le véritable bruit auriculaire qu'il avait pu enregistrer sur certains tracés. George Fahr (40), soulève aussi des objections et non des moindres. « Le début de l'onde P, dit cet auteur, commence 0,12 à 0,18 sec. avant le commencement de l'E.C.G. ventriculaire et a une durée de 0,07 à 0,08 sec. ». Ainsi, un intervalle de 0,05 à 0,10 sec. intervient entre l'E.C.G. auriculaire et le complexe ventriculaire.

G. Fahr estime donc qu'un bruit auriculaire devrait *a priori* commencer entre 0,12 à 0,18, sec. avant le bruit ventriculaire. Or, nous voyons sur les tracés que les

vibrations initiales commencent tout au plus 0,02 sec. avant le pied de R.

Un autre argument se trouve dans les résultats des expériences faites sur la pression intra-ventriculaire. Dans les classiques recherches de Chauveau et Marey (138), on voit que le même intervalle existe, d'une part sur le mécanogramme, entre le commencement de la contraction auriculaire et le commencement de la contraction ventriculaire, d'autre part entre le début des complexes auriculaires et le début des complexes ventriculaires.

Comment concilier des interprétations aussi différentes ?

Il ne semble pas possible de faire la preuve irréfutable de l'origine ventriculaire des vibrations initiales et d'autre part des arguments d'importance s'opposent à leur attribuer une origine auriculaire.

c) *Existence de vibrations auriculaires inaudibles sans rapport avec les vibrations initiales.*

Il existe des vibrations sûrement auriculaires. Elles sont visibles sur certains de nos tracés (*fig.* 20, III, IV). La plupart sont d'une fréquence qui les rend inaudibles. Il y a analogie au point de vue chronologique entre ces vibrations et le premier bruit normal présystolique noté par Cossio et Lascallea (27) en pratiquant l'enregistrement phonique avec des sondes œsophagiennes reliées à des capsules de Franck.

Bridgmann (16) a montré l'existence d'ondes auriculaires présystoliques sur 11 phonogrammes d'enfants normaux. Trois de ces accidents auriculaires se rencontraient dans des cas où il n'y avait pas d'onde auriculaire inscrite sur le cardiogramme de pointe.

Au contraire, chez des sujets avec ressaut auriculaire sur le cardiogramme de pointe on ne voyait pas d'oscilla-

tions présystoliques sur les courbes phoniques. Les vibrations présystoliques ainsi notées commencent 0,07 sec avant le début du premier bruit.

Il existe donc des phénomènes vibratoires présystoliques d'origine auriculaire, mais il nous semble qu'une certaine confusion s'est établie entre ces vibrations auriculaires telles que celles décrites par Bridgmann, telles encore que les vibrations présystoliques œsophagiennes normales, toutes séparées du premier bruit par un intervalle et les vibrations initiales du premier bruit qui se continuent sans intervalle avec les vibrations principales.

Wolferth et Margolies confirment sur leurs tracés l'existence de ces vibrations présystoliques normales (132, p. 445). Et ils ajoutent : « Si ces petites ondes sont fréquemment enregistrées, on peut également trouver des vibrations sonores beaucoup plus amples, ayant avec la systole auriculaire les mêmes relations de temps. C'est ainsi que chez les sujets sains ils ont décrit, à tort à notre avis, *le troisième bruit physiologique présystolique.* Ils comparent ce bruit au troisième bruit physiologique protodiastolique, plus communément dénommé troisième bruit du cœur. Ils estiment ce bruit présystolique comme relativement rare par rapport au précédent Ce bruit, d'après leur description graphique, est limité, nettement séparé du premier bruit mis à part le cas où l'intervalle auriculo-ventriculaire est très court.

Les rapports de temps de ce bruit avec l'onde P, sont pour Wolferth et Margolies, de 0,08 à 0,14 sec, c'est-à-dire les mêmes que ceux d'un bruit de galop auriculaire présystolique. « Le seul critère, écrivent-ils, que nous trouvons entre ces deux ordres de phénomènes, c'est l'état de la fonction cardiaque. Quand la fonction cardiaque est manifestement altérée, les bruits surajoutés sont arbitrairement classés dans les galops ; si aucune anomalie n'est décelée, ils sont arbitrairement regardés comme des

troisièmes bruits physiologiques ». Le terme « d'arbitraire » dans cette classification est en effet le seul qui s'impose. Et nous comprenons d'autant moins, que reconnaissant ce fait, Wolferth et Margolie adoptent cependant pour des phénomènes vibratoires en tous points identiques à ceux du galop auriculaire présystolique, le terme de troisième bruit physiologique présystolique.

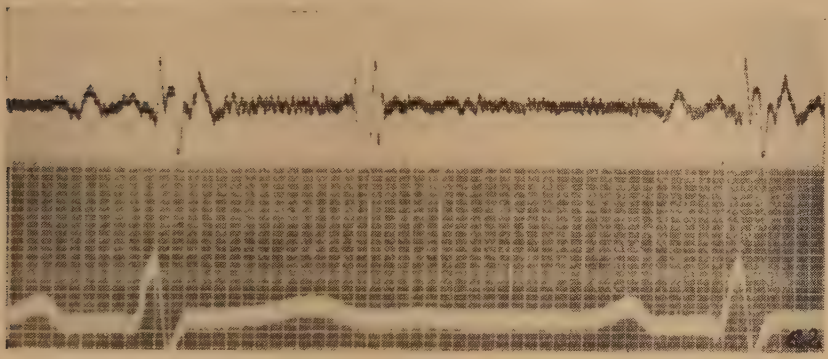


**Fig. 5.** — Madame Ke., 20 ans, vitesse d'enregistrement 10 cm. sec. *Rythme de galop présystolique* chez un sujet en apparence normal, ne présentant aucun signe de cardiopathie. Galop nettement perçu à l'auscultation. P.R. = 0,18 sec (à la limite de la normale).
Début du premier bruit correspondant au sommet de R.
G.S.1 = 0,07 sec. P.G. = 0,04 sec.
Il existe au niveau de l'intersystole comme au cours de beaucoup de galops, des ondulations inaudibles. Dans la systole et la diastole ondes parasites.

Quand chez deux malades différents, un symptôme objectif se manifeste avec des caractères identiques, ne serait-il pas faux de vouloir lui donner des noms différents, parce que l'état général et la symptomatologie fonctionnelle n'ont pas le même aspect dans l'un et l'autre cas.

Le problème est le même lorsqu'il s'agit du galop présystolique et du troisième bruit physiologique décrit par les auteurs américains.

La présence d'un galop présystolique ne traduit pas en effet de façon rigoureusement constante l'existence d'une insuffisance ventriculaire. Il nous est arrivé (*fig.* 4

et 5) de relever ce symptôme chez des jeunes sujets qui ne présentaient pas et n'ont pas présenté depuis des signes d'insuffisance ventriculaire.

Nous pensons que ce serait faire de la mauvaise séméologie que de donner à ce symptôme un autre nom que celui de galop présystolique.

Nous donnons deux exemples de bruits relevés chez des sujets sains en apparence. L'un d'eux, était un sportif, robuste, chez lequel des examens cardiaques répétés ne nous ont pas montré l'existence de lésions décelables (*fig.* 4, X). La constatation du galop présystolique associé parfois à un troisième bruit protodiastolique avait amené sa réforme pour insuffisance cardiaque au moment de son incorporation. Le second sujet (*fig.* 5) était une jeune femme qui était entrée dans le service de notre Maître Laubry pour des manifestations pulmonaires banales. Le seul point anormal relevé, était chez elle, outre l'existence du galop, un espace P. R. plutôt allongé entre 0,18 et 0,20 sec. Cette malade est demeurée trois mois dans le service sans présenter aucune manifestation à proprement parler cardiaque.

Burton Opitz (19), Reid (104) admettent également l'existence dans la présystole de vibrations auriculaires généralement inaudibles. Ils estiment que la systole de l'oreillette s'opère en deux temps comme celle du ventricule (?). « L'analogie des bruits produits par la systole ventriculaire, écrit Reid, sert à comprendre ce fait. La contraction du ventricule, comme cela est bien connu, produit un premier bruit, le premier bruit du cœur qui persiste jusqu'à ce que la pression intra-ventriculaire soit atteinte. La systole continue ensuite en silence le vidage du sang contenu dans les ventricules, jusqu'à la fin de cette systole marquée par le second bruit du à la fermeture brusque des valvules sigmoïdes. La systole auriculaire, produit aussi deux bruits, mais la séparation

entre eux est nulle parce que la contraction des oreillettes n'est pas d'un type soutenu comme celle des ventricules ».

Nous jugeons que ce qui précède ne repose sur aucun fait physiologique, sur aucune donnée d'expérimentation. Il ne s'agit donc que d'une hypothèse assez peu satisfaisante du reste. Certains auteurs, et en particulier Cossio, ont voulu voir des points communs entre la deuxième partie des vibrations auriculaires décrites par Reid et les vibrations initiales du premier bruit. Ne voyant rien d'objectif dans cette théorie, il ne nous est pas possible de l'admettre.

d) *En conclusion.*

Il ne nous semble pas douteux qu'il existe des vibrations d'origine auriculaire, mais elles précèdent largement le premier bruit, elles sont inaudibles normalement, nettement liées au point de vue chronologique à l'onde P. Elles ne sont pas suivies directement par les vibrations principales et aucun caractère commun ne permet de les relier aux vibrations initiales.

Nous ne nous permettrons pas de trancher le débat plus avant. Nous pensons que pour le faire, une longue étude phonocardiographique pratiquée chez un grand nombre de sujets normaux et sportifs serait nécessaire en utilisant un appareillage qui donnerait toutes garanties.

### Signification des vibrations principales.

La question a fait l'objet de discussions moins passionnées que celle des vibrations initiales. Les classiques pensent que la première partie serait d'origine musculaire tandis que la seconde serait d'origine valvulaire. « L'excitation sinusale envoie une onde électrique dans le muscle

cardiaque, écrit Battaerd. Simultanément ou presque, avec un retard de quelques millièmes de sec., la contraction musculaire commence et produit le premier bruit musculaire. Environ 0,06 sec. après, les valvules commencent à coopérer à la production du premier bruit de la pointe. Les vibrations des valvules quand elles commencent constituent la partie la plus importante du premier bruit ». Pour certains, l'origine des vibrations principales est uniquement musculaire. Hess (53) surtout, grâce à des tracés obtenus sur des cœurs isolés et chez lesquels une participation valvulaire a été exclue, soutient que le muscle seul produit le bruit et que les valvules n'en sont pas une condition essentielle. Les travaux récents de Dock (30) sur la composition du premier bruit laisseraient penser, au contraire, que le bruit musculaire n'existe pas, et que seul le claquement valvulaire concourt à la formation du premier bruit. Nous pensons que de telles expériences sont beaucoup trop grossières, elles occasionnent de tels délabrements cardiaques, elles sont tellement éloignées des conditions de fonctionnement d'un cœur normal, qu'il est hasardeux de vouloir en tirer des conclusions.

L'oreillette a-t-elle un rôle dans la morphologie des vibrations principales ? Il semble bien établi que la longueur de l'espace P.R. est inversement proportionnelle à l'amplitude et à l'intensité de ces vibrations. Dès 1911, Griffith avait décrit ces faits : Duchosal, Wolferth et Margolies ont consacré à l'examen de ces phénomènes d'importantes études. Ils ont montré que les premiers bruits ayant la plus grande intensité étaient produits quand les systoles auriculaires précédaient de peu les systoles ventriculaires et lorsque l'espace P.R. variait entre les limites optima de 0,04 à 0,13 sec. Dernièrement, de Châtel (23) a également montré que l'intensité du premier bruit décroît en même temps que le temps de

conduction croît. Il a été noté depuis longtemps que l'intensité du premier bruit pouvait être influencée par les mouvements respiratoires et par les troubles du rythme ventriculaire.

### Signification des vibrations terminales

Elles semblent ne pas devoir être liées à l'ouverture des valvules sigmoïdes.

Elles ne sont sûrement pas liées à un retentissement possible de l'ondée sanguine sur les parois aortiques. Un tel phénomène, s'il existe, leur est nettement postérieur au point de vue chronologique.

**Etude du premier bruit à la base.**

Les recherches pratiquées par Battaerd, par Fahr chez un même sujet ont montré à cette hauteur que le premier bruit à la base (2e, 3e espace intercostal droit ou gauche) commence 0,02 sec. à 0,04 sec. après le début du premier bruit à la pointe. Fahr et d'autres auteurs avec lui pensent que ce retard est dû au fait que les vibrations initiales ne sont pas transmises à la base dans la région avoisinant les pédicules des gros vaisseaux, et de ce fait ne peuvent être enregistrées à ce niveau.

Nous avons cherché sur nous même et sur des sujets normaux, à plusieurs reprises, à mettre en évidence ce retard, en nous plaçant dans les mêmes conditions (inspiration ou expiration forcée, sensibilité identique de l'appareil). Nous ne l'avons pas trouvé de façon constante.

Souvent l'amplitude du premier bruit est diminuée à la base. L'aspect morphologique des oscillations nous a paru souvent être semblable, pas de façon constante cependant (*fig.* 3).

**Le second bruit.**

Ayant limité notre étude au premier bruit, c'est seulement pour mémoire et pour la commodité de lecture des tracés que nous donnons très brièvement les caractères essentiels.

Pour Th. Lewis (72), (73), le début du second bruit se place entre 0,01 sec. avant la fin de l'onde T et 0,05 sec. après la fin de cette onde. Il est composé de 2 à 4 oscillations. Sa durée est de 0,06 à 0,12 sec. Michaud et Fleich (88) lui ont décrit trois phases différentes comme pour le premier bruit. Nous ne les avons que très rarement observées.

## TROISIÈME PARTIE

# ÉTUDE PHONOCARDIOGRAPHIQUE DES DÉDOUBLEMENTS DU PREMIER BRUIT

Les plus récents travaux sur le dédoublement du premier bruit, en particulier les études cardiographiques et phonocardiographiques de Wolhers et Duchosal (133), Routier (107), montrent qu'on doit établir une division nette entre :

*A.* Les dédoublements systoliques du premier bruit, qui sont les vrais dédoublements.

*B.* Les dédoublements présystoliques qui s'apparentent de très près au bruit de galop présystolique.

Cette distinction capitale a pu être oubliée ; elle avait pourtant été nettement établie par Potain, et, à la description qu'il en donne dans les leçons cliniques de la Charité (110), les méthodes graphiques récentes ne sont venues apporter qu'une confirmation.

## A. Etude phonocardiographique des dédoublements systoliques du premier bruit.

Avant d'aborder l'étude des tracés, nous rappellerons quelques unes des définitions de cette modification du premier bruit.

Le terme de dédoublement, a dit Potain, signifie que deux bruits identiques dans leur cause, identiques dans leur timbre, et qui sont normalement synchromes, se disjoignent et produisent à l'oreille deux sensations auditives successives très rapprochées l'une de l'autre et de caractère identique.

Les auteurs anglais et américains emploient le terme de « split sounds » qui à lui seul est déjà évocateur.

« Le dédoublement du premier bruit, écrit Routier, consiste en une scission des deux éléments de ce premier bruit. Cette scission a pour résultat de donner trois bruits pour chaque révolution cardiaque, mais les deux premiers étroitement liés l'un à l'autre, ne semblent pas occuper sensiblement plus de place qu'un premier bruit unique, de sorte que la cadence des bruits du cœur ne s'en trouve pas modifiée. Il y a bien trois bruits, mais le rythme acoustique se maintient à deux temps. Cette définition purement subjective suffit à nettement différencier le dédoublement du premier bruit du rythme de galop. Ce dernier comporte lui aussi trois bruits, mais il modifie le rythme acoustique du cœur, le faisant passer de 2 à 3 temps ».

Nous verrons que cette définition comporte à peu près tous les éléments de notre description graphique.

Depuis Potain on admet la division des dédoublements du premier bruit en deux classes :

1. Les dédoublements observés chez les sujets exempts de cardiopathie.

2. Les dédoublements observés chez les sujets atteints de cardiopathie, ou se produisant dans des conditions exceptionnelles.

Après avoir donné la description graphique des dédoublements, nous reviendrons sur les particularité propres aux différentes sortes de dédoublements du premier bruit.

**Etude graphique.** — Le dédoublement du premier bruit est caractérisé sur les tracés, par la division, par la scission en deux trains d'ondes, du premier bruit normal.

Entre chaque train d'ondes, il existe un intervalle variable : tantôt cet intervalle est relativement large, mais le temps durant lequel la ligne de base ne présente

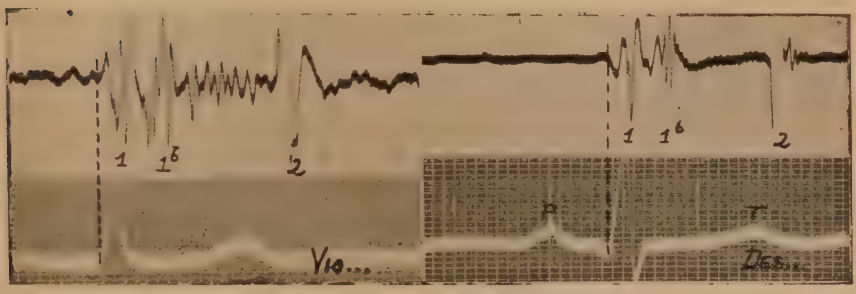



**Fig. 6.** — Deux cas de *dédoublements du premier bruit.* (Dédoublements systoliques) vitesse d'enregistrement 10 cm. sec.

*A gauche* : Vio., 1 = 1er élément 1' = 2e élément.

Le début du premier élément coïncide presque avec le début de R, comme dans les tracés de certains bruits normaux.

Fréquence moyenne du premier élément : entre 80 et 100 V.D.

Le deuxième élément est suivi d'un souffle systolique. Dans l'intervalle qui sépare les deux éléments, il est rare que la ligne de base ne présente pas soit de petites oscillations, soit une large encoche.

*A droite* : Des... Le début du premier élément survient 0,02 sec. après le pied de R. (ne pas compter comme première vibration, la petite encoche initiale).

Fréquence moyenne du premier élément entre 60 et 80 D.V. par seconde.

Fréquence moyenne du deuxième élément entre 100 et 120 V.D. par seconde.

L'intervalle séparant les deux éléments est court, il semble dépasser légèrement 0,01 sec.

pas d'oscillations dépasse de façon exceptionnelle 0,02 à 0,03 sec. Lorsqu'il en est ainsi, le deuxième train d'ondes vient se placer de 0,04 à 0,06 sec. après le début du premier bruit. Le plus souvent le temps de repos de la ligne de base est très faible (*fig.* 6, 7, 8 et 9).

Parfois, il n'y a pas de vrai repos ; on observe deux trains d'ondes entre lesquels existent quelques oscillations de faible amplitude et pour la commodité de la

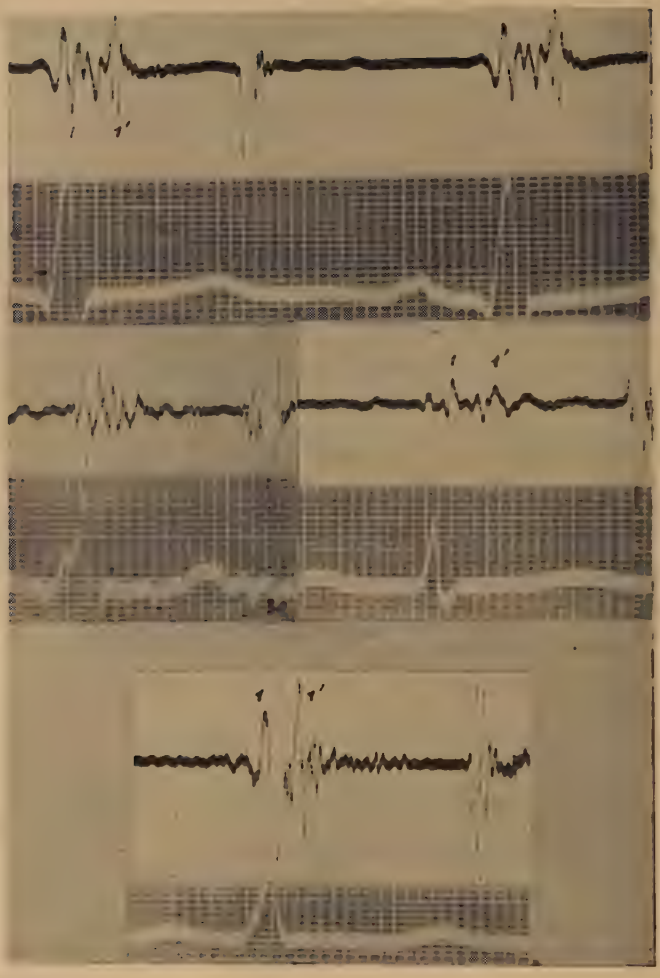


**Fig. 7.** — Vitesse d'enregistrement = 10 cm. sec.
*Dédoublements du premier bruit.* (Déd. systoliques).
De haut en bas et de gauche à droite.

I. S., 22 ans. Jeune soldat envoyé du Val de Grâce en consultation.
1.1' correspondent aux deux éléments du *dédoublement.*
A aucun moment on observe entre 1 et 1' un repos au niveau de la ligne de base, de la courbe phonique.
Durée de 1 = 0,06 à 0,07 sec.
Fréquence moyenne de 1 = 70 à 75 v. d. par sec.
Durée de 1' = 0,04 sec.
Fréquence moyenne de 1'=100 à 130 v. d. par sec.

II. Enregistrement pris chez une basedowienne difficile à pratiquer étant donné le tremblement et la nervosité que présentait le sujet.
Il existait un dédoublement du deuxième bruit à l'auscultation. Il est bien difficile d'affirmer l'existence d'un dédoublement du premier bruit. On le percevait à l'auscultation.

III. Sa., 11 ans (malade du Dr. F. Joly).
Trois crises de R.A.A. dans les antécédents.
*Dédoublement du premier bruit.* La variabilité des oscillations rend très théorique le calcul de la fréquence moyenne qui varie considérablement avec chacune d'entre elles.

IV. G., 49 ans.
*Dédoublement du premier bruit* perçu à l'auscultation et retrouvé nettement enregistré sur le tracé!
Le premier élément I est d'une fréquence moyenne inférieure à celle du deuxième élément 1'.
Un soufle diastolique doux, nettement perçu à l'auscultation n'a pu être enregistré. Les soufles diastoliques légers sont très difficiles à obtenir sur les tracés.

lecture, il y aurait intérêt dans ces cas à prendre des tracés à grande vitesse. Dans ce cas de déboublement court, le deuxième bruit vient se plaçer de 0,03 à 0,05 sec. après le début du premier.

Il est rare que les deux trains d'ondes aient une fréquence moyenne ou des fréquences limites semblables. Quelquefois secs, brefs, de même intensité, très rapprochés l'un de l'autre, les deux éléments constituent la variété acoustique décrite sous le nom de *redoublement* du premier bruit, moins pour caractériser un mécanisme que pour confirmer la sensation de brièveté et d'égalité entre les deux éléments, souvent le premier est de plus basse fréquence que le second (*fig.* 6, 7, 8, et 9). Parfois, cependant, c'est le phénomène contraire qui est observé (*fig.* 8, II). Chaque train d'ondes présente ordinairement une à deux oscillations dont l'amplitude est nettement plus élevée que les autres ; ces oscillations de grande amplitude aident à la différenciation des deux éléments, lorsqu'il n'existe pas d'intervalle net entre eux.

Deux faits graphiques sont également importants :

*a*) la durée totale d'un premier bruit dédoublé ne dépasse pas sensiblement celle d'un premier bruit normal ;

*b*) le premier élément se place toujours à l'endroit où commencerait un premier bruit unique. Au repérage sur l'E.C.G. le pied de la première déflexion du phonogramme coupe la branche montante de R, ou coïncide avec la pointe de R.

Les auteurs qui ont observé les rapports du dédoublement avec le pouls carotidien, chez le sujet normal, ont noté que le pied du pouls carotidien se place tantôt avant, tantôt après le second élément du dédoublement. Quand on pratique parallèlement à l'enregistrement phonique, l'enregistrement cardiographique de pointe, on n'observe pas, dans la règle, d'exagération de l'onde auriculaire.

Nous envisagerons maintenant les modalités de dédoublement, suivant les circonstances dans lesquelles ils apparaissent.

### I. *Dédoublements observés chez des sujets exempts de cardiopathie.*

Chez 100 individus ayant un appareil circulatoire indemne, le dédoublement du premier bruit a été trouvé 15 fois par Cossic (28), (deux enfants, 5 adolescents, 1 adulte et 7 vieillards). C'est donc un signe de constatation banale. Nous ne pouvons adhérer en aucune façon à l'opinion de Mariano Castex (87), qui écrit : « le dédoublement du premier bruit est presque toujours, (pour nous il est toujours), pathologique ». Cette assertion est en opposition nette avec les faits.

En général c'est dans la région de la pointe que le dédoublement est le plus facilement enregistré.

Parlant de dédoublements physiologiques du premier bruit, Potain a écrit (100 et 102) : « Ces dédoublements sont caractérisés surtout par leurs rapports avec certaines phases du mouvement respiratoire. Ils apparaissent avec la fin de l'expiration, ils persistent pendant le début de l'inspiration, puis ils disparaissent pendant le reste de l'acte respiratoire ».

Là aussi, la phonocardiographie ne fait que confirmer ce qu'a écrit Potain.

On observe sur les tracés que, si le premier bruit est simple, non dédoublé (au début de l'expiration ou à la fin de l'inspiration), il peut apparaître prolongé. Il s'inscrit sous forme d'oscillations d'amplitude ou de périodicité progressive. Il s'éteint sous forme de quelques oscillations rapidement décroissantes (Wolhers et Duchosal).

Le dédoublement du premier bruit chez le sujet normal peut tout en conservant les mêmes caractères que le

dédoublement physiologique, ne pas présenter de variations respiratoires. Duchosal a observé également, un dédoublement large du premier bruit du cœur chez des sujets normaux. La simple auscultation ne permet pas de les distinguer des galops systoliques décrits par Laubry et Pezzi (65), et des bruits mésosystoliques. Seule la courbe phonique montre qu'il s'agit des deux éléments d'un dédoublement. En additionnant la durée de chacun d'eux, on obtient un chiffre qui correspond sans la dépasser à la durée d'un premier bruit normal.

On note également le dédoublement avec une certaine fréquence chez certains sujets *pathologiques mais non cardiaques.*

Nous avons noté souvent le fait chez des enfants ou des adolescents présentant de l'éréthisme vasculaire. Mais surtout nous l'avons observé de façon fréquente dans les services de nos Maîtres Pierre Pruvost et Courcoux, chez des malades atteints de tuberculose pulmonaire, plus souvent chez ceux qui étaient porteurs d'un pneumothorax artificiel. C'est chez ces malades qu'il nous a été donné avec une plus grande fréquence, d'observer les dédoublements du deuxième bruit accompagnant le dédoublement du premier bruit, réalisant ainsi une sorte de rythme à 4 bruits.

***

Nous ne voulons qu'effleurer la pathogénie du dédoublement du premier bruit, chez les sujets non porteurs de cardiopathie et seulement dans les limites où elle est susceptible d'expliquer certaines particularités observées sur les tracés.

Bard dès 1908, Vaquez plus tard, expliquaient le dédoublement physiologique du premier bruit du cœur par l'anticipation du bruit musculaire sur le bruit causé

par les appareils valvulaires. On a voulu justement trouver la confirmation de cette théorie dans le fait que sur les phonocardiogrammes, le premier élément de fréquence et d'amplitude assez basse représentait l'élément musculaire, le deuxième élément de fréquence et d'amplitude plus élevée, l'élément valvulaire. Mais les dédoublements, nous l'avons vu, ne se présentent pas tous ainsi sur les tracés.

Cossio (28), voit dans le dédoublement physiologique, la dissociation entre le bruit auriculaire correspondant aux vibrations initiales, et le bruit ventriculaire. La discussion relative à la signification des vibrations montre que ce n'est là qu'une simple hypothèse. Aucun de nos tracés n'est venu apporter la moindre confirmation à cette théorie. Sur un certain nombre d'entre eux (*fig.* 8) on observe des vibrations présystoliques, probablement de nature auriculaire, précédant le premier élément du bruit dédoublé.

### 2. *Dédoublement observé chez les sujets porteurs d'une cardiovalvulite.*

Dans les *mitralites rhumatismales* caractérisées par la formule stéthacoustique de Durosiez avec ou sans souffle systolique de la pointe, en rythme sinusal ou en arythmie complète, le dédoublement du premier bruit est une éventualité rare (Routier) (107). Nous l'avons observé une fois (*fig.* 9-III).

Il ne serait pas rare de le constater chez les aortiques. Il se manifeste, tantôt chez des sujets dont le cœur n'a subi aucune modification morphologique du fait de l'insuffisance aortique ; il s'agit alors d'un dédoublement bref, systolique, comme chez l'individu normal.

Tantôt on le rencontre chez des sujets dont le cœur est hypertrophié. C'est dans ces cas qu'on peut observer

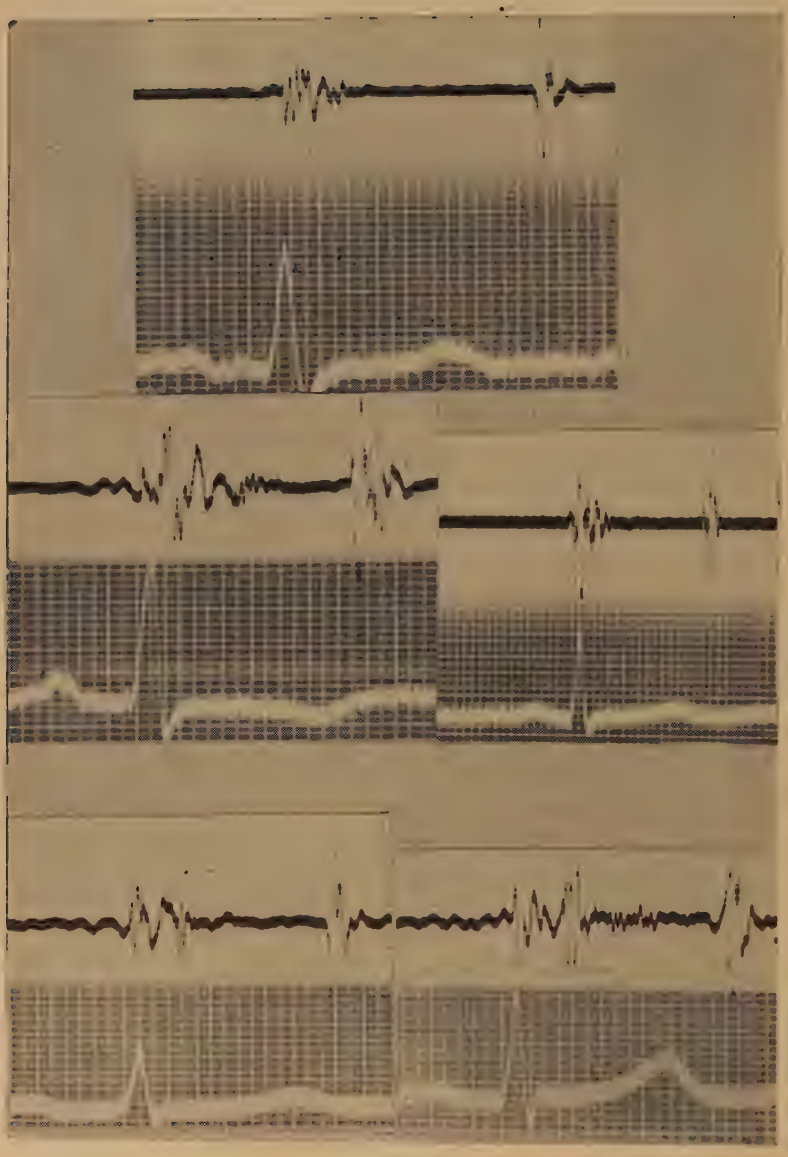


**Fig. 8.** — De haut en bas et de gauche à droite :

I. Madame M., 36 ans.

Vitesse d'enregistrement : 10 cm. par sec.

*Dédoublement du premier bruit,* nettement perçu à l'auscultation, vérifié sur le phonogramme. La sensibilité de l'appareil étant très réduite, absence de vibrations initiales.

Durée totale du premier bruit = 0,09 sec.

P.R. = 0,16 sec.

Le début du premier bruit commence 0,02 sec. après le pied de R.

Fréquence moyenne du premier élément = 100 à 150 v.d. par sec.

Fréquence moyenne du deuxième élément = 120 à 160 v.d. par sec.

L'intervalle entre les deux éléments est ici infime.

II. M. B..., 39 ans.

Vitesse d'enregistrement = 10 cm. par sec.

Le diagnostic clinique porté était celui de dédoublement présystolique, alors que sur le phonogramme on trouve un *dédoublement du premier bruit.*

Au début du premier élément, on trouve des vibrations initiales, qui se continuent par des oscillations de grande amplitude, faisant également partie du premier élément. Ensuite deuxième élément.

Avant le premier élément, en rapport probablement avec l'onde P, présence d'ondulations présystoliques.

La fréquence moyenne du premier élément est ici plus élevée que celle du deuxième.

III. Madame Cr., 68 ans, vitesse d'enregistrement 5 cm. par sec.

Hypertension = 20-10.

*Dédoublement du premier bruit* cliniquement décelable.

La faible vitesse du tracé ne permet pas de distinguer facilement les deux trains d'ondes. Cet exemple montre la nécessité de prendre des tracés à grande vitesse pour distinguer certains dédoublements surtout lorsqu'il s'agit de cas où les deux éléments sont séparés par un court intervalle.

IV. M.D., 50 ans. Malade venu consulter pour douleurs angineuses. Les différents examens n'ont rien révélé d'autre *qu'un premier bruit dédoublé.*

V. M. L., 12 ans. Enfant ancien rhumatisant présentant un dédoublement du *premier bruit* (*dédoublement large*). Le simple examen montre par le caractère serré des oscillations du deuxième élément, que sa fréquence est plus élevée que celle du premier, sans avoir besoin de calculer la fréquence moyenne.

toutes les formes de passage : dédoublements serrés à dédoublements larges, formes de passage avec le dédoublement présystolique. On peut observer dans ces cas, outre le dédoublement, des ondes vibratoires présystoliques, qui, ou bien disparaissent par la suite, ou au contraire évoluent vers un galop présystolique des plus nets, cas décrit par Wolhers et Duchosal.

### 3. *Dédoublement du premier bruit chez les hypertendus*

On le rencontre avec une extrême fréquence chez ces malades (*fig.* 8-III) (*fig.* 9-I).

L'auscultation ne permet pas toujours de différencier un dédoublement systolique, qui n'a ici pas plus de valeur que chez l'individu normal, d'un dédoublement présystolique. Il nous est arrivé à plusieurs reprises de voir les tracés phonocardiographiques donner un démenti à une auscultation minutieuse.

### 4. *Dédoublement du premier bruit au cours du bloc de branche.*

Nombre de cas ont été décrits au cours de ces dernières années, accompagnés de tracés phonocardiographiques. Nous citerons en particulier ceux de Wolferth et Margolies, Nichol (92), Katz, Laubry et Puddu (67), Mariano Castex (86). Le dédoublement est toujours du type systolique. Il coïncide parfois avec un rythme à trois temps, par adjonction d'un galop présystolique ou mésodiastolique [Bordet, Yacoel et Giroux (12)]. La comparaison entre les courbes phonocardiographiques et les tracés du pouls carotidien, ont permis à certains auteurs d'en tirer d'intéressantes déductions.

Chez le sujet normal, le pied du pouls carotidien se

place tantôt avant, tantôt après le second élément du dédoublement. « Dans le bloc de branche il en est de même et les auteurs qui en ont fait l'étude, ont essayé d'y trouver un moyen diagnostique de la branche atteinte. En effet, l'asynchronisme ventriculaire qui entraîne la scission du premier bruit, entraîne aussi un retard de l'onde pulsatile dans l'un des territoires artériels. Ainsi une lésion de la branche gauche doit amener un retard du pouls aortique ; une lésion de la branche droite doit rester sans effet sur la chronologie du pouls aortique, mais doit amener un retard du pouls artériel pulmonaire » (Routier, 107). Nichol a montré que dans le bloc de branche du type habituel, tout se passait comme si la branche gauche était atteinte, puisque la pulsation aortique était notablement retardée. Wolferth et Margolies ont confirmé ces données.

Combinant la méthode phonocardiographique à la méthode radiokymographique, Wolferth et Margolies ont cherché à déterminer la chronologie réciproque des pulsations aortique et pulmonaire, et, en même temps, le rapport des intervalles pulsatiles et acoustiques.

### 5. *Le dédoublement du premier bruit au cours des arythmies.*

**a)** *Extrasystoles.* — Les extrasystoles, ventriculaires surtout, donnent lieu au dédoublement du premier bruit (*fig.* 9-IV).

Nous en avons retrouvé sur des tracés publiés par Battaerd (4). On pense que le mécanisme de production est le même que celui du bloc de branche.

« L'extrasystole ventriculaire implique en effet une activation consécutive des deux ventricules, et, par conséquent, un défaut d'isochronisme dans la fermeture des valves auriculo-ventriculaires. Le dédoublement

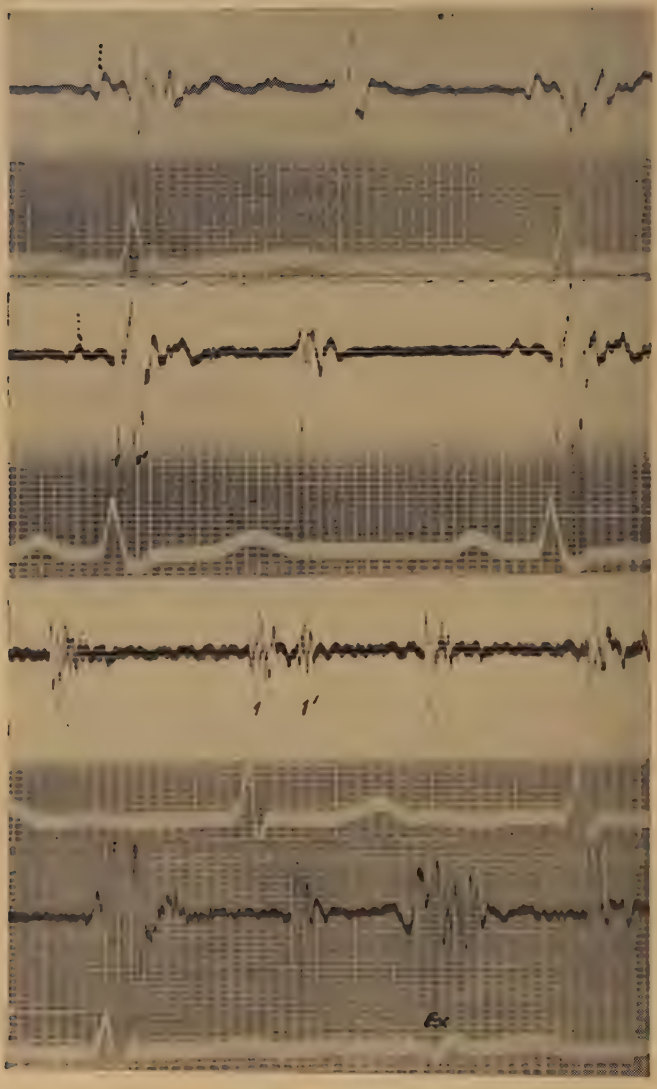

Ex

**Fig. 9.** — Vitesse d'enregistrement = 10 cm. sec.
De haut en bas :

I. Madame Ma., 30 ans.

Dans les antécédents : albuminurie gravidique avec *hypertension* à 25. 14. Au moment de l'examen : T.A. = 24. 14.

A l'auscultation : dédoublement du premier bruit entendu à la partie inférieure du sternum.

Sur le phonogramme : *dédoublement du premier bruit* assez serré.

Le début du premier bruit correspond au sommet de R.

Dans la présystole (correspondant au pointillé), *vibrations auriculaires* plus accentuées que sur un cœur normal, mais inaudibles.

II. M. B., 53 ans.

*Dédoublement du premier bruit*, I et I'.

Dédoublement serré. Dans la présystole présence de phénomènes vibratoires inaudibles.

III. Madame B., 53 ans.

*Rétrécissement mitral* en *arythmie complète* avec *dédoublement du premier bruit* I et I'.

Le roulement n'est pas nettement visible sur le tracé. Les deux éléments du dédoublement sont séparés par un intervalle *large* de 0,03 à 0,04 sec. C'est le plus large intervalle qu'il nous a été donné d'observer.

IV. Madame Ant., *Dédoublement du premier bruit extrasystolique.* visible en face de l'extrasystole Ex.

n'est pas constant au cours des extrasystoles ventriculaires. Parfois, au lieu de trouver sur les tracés un dédoublement, on trouve un bruit triple ou bien simplement un premier bruit allongé.

**b)** *Arythmie complète.* — On rencontre parfois sur les tracés un dédoublement variable du premier bruit (*fig.* 9-III).

**c)** Au cours des dissociations auriculo-ventriculaires il nous a été donné d'observer un cas de dédoublement du premier bruit (*fig.* 11).

### B. **Dédoublement présystolique du premier bruit.**

Potain, qui n'avait pas à sa disposition nos moyens d'investigation, avait eu cependant l'intuition de ce que nous appelons le dédoublement présystolique du premier bruit, puisqu'il écrivait :

« Pour ce qui concerne les dédoublements pathologiques, je ne vous parlerai pas longuement de celui du premier bruit. Je le crois rare, si on ne le confond pas avec *certaines formes atténuées de galop* ».

Ce sont ces formes atténuées de galop, dans l'esprit de Potain, qui constituent ce qu'on appelle maintenant le dédoublement présystolique du premier bruit.

Cliniquement, les dédoublements présystoliques peuvent s'accompagner d'une sensation palpatoire au niveau de la pointe, d'une sensation de bruit-choc en deux temps, en marche d'escalier, un peu analogue à celle du galop. La simple auscultation ne permet pas toujours d'affirmer à quelle variété de bruit surajouté on a affaire ; la méthode phonocardiographique est seule capable de lever les doutes, en montrant les rapports chronologiques du dédoublement. En la pratiquant systématiquement dans tous les cas de dédoublements, nous avons eu

la surprise de noter que certains dédoublements, présystoliques à l'auscultation, étaient en réalité des dédoublements systoliques.

### Etude phonocardiographique.

Les tracés montrent une augmentation de l'amplitude et de la fréquence de certaines ondes infra-audibles, qu'il est permis d'observer sur des tracés normaux, dans la présystole.

Certains ont voulu voir dans ce dédoublement présystolique une modification des vibrations initiales du premier bruit. L'ignorance dans laquelle on se trouve quant à la signification des vibrations initiales doit, à notre avis, inciter à la prudence.

Ces ondes présystoliques nettement visibles, restent accolées au premier bruit (*fig.* 10-I).

Le dédoublement présystolique tactile s'objective sur la courbe phonique de la même manière que le galop ; les vibrations qui sont responsables du bruit surajouté sont les mêmes pour l'un et l'autre phénomène ; c'est leur place par rapport au premier bruit qui conditionne le dédoublement ou le galop.

Le bruit présystolique ainsi noté a une durée de 0,05 à 0,07 sec. ; il est séparé du premier bruit du cœur par un intervalle G $S^1$ (intervalle de temps séparant la fin du ton surajouté G, du début du premier bruit $S^1$).

Cet intervalle n'est que de 0,02 à 0,04sec. au maximum. Il arrive souvent qu'aucun intervalle net ne figure entre la fin des vibrations présystoliques et le début du premier bruit (*fig.* 10-I).

La durée totale du premier bruit, du bruit surajouté et de l'intervalle compris entre eux, dépasse notablement celui d'un premier bruit normal (0,15 à 0,20 sec. au lieu de 0,10 à 0,14 sec. pour un premier bruit normal).

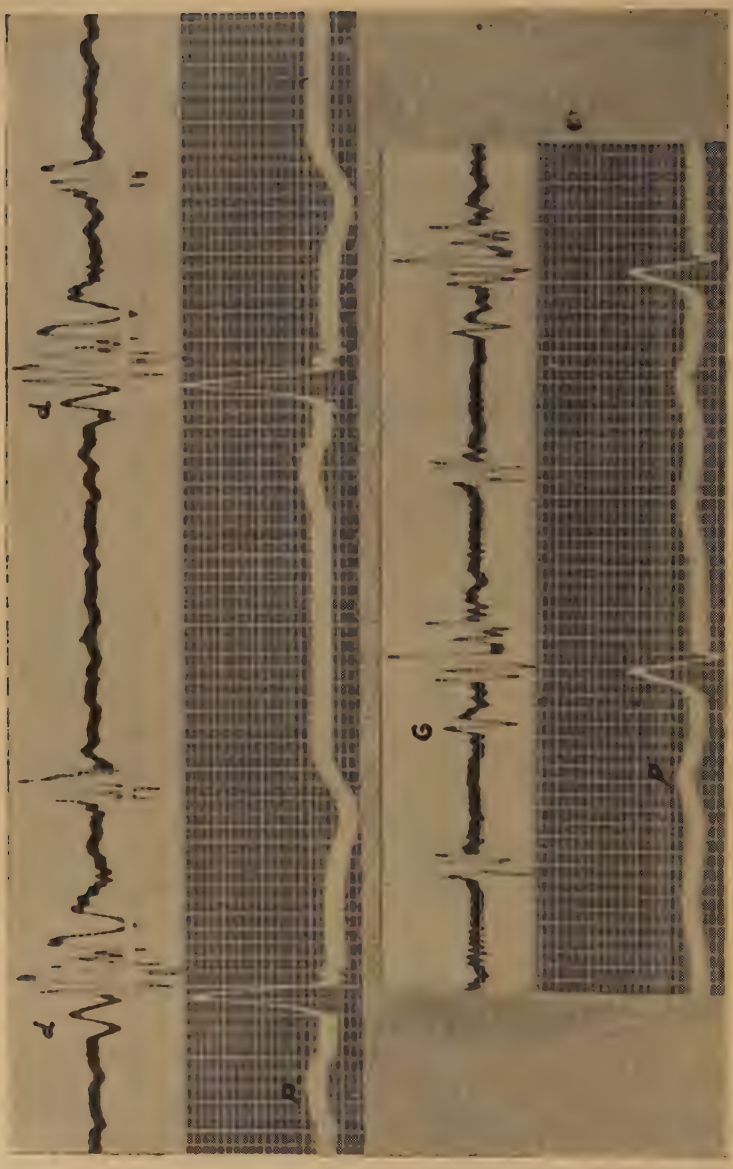

P
P
P
G
G
P

**Fig. 10.** — *Dédoublements présystoliques.*
Vitesse d'enregistrement = 10 cm. par sec.
I. M. O., 55 ans.
Le diagnostic porté était celui de galop présystolique.
Le phonogramme montre qu'il existe bien un bruit surajouté *d*. Mais ce bruit est accolé au premier bruit ; il s'agit d'un *dédoublement présystolique*.
Espace P.G. = 0,06 sec.
sur l'E.C.G. onde T inversée.
Le malade est mort trois semaines après la prise du tracé.
II. Madame Pé., 44 ans. Cette malade était venue consulter pour dyspnée d'effort et algies précordiales ne présentant pas le caractère d'angor.
A l'auscultation le diagnostic porté fut celui de dédoublement présystolique.
Durée de G = 0,04 sec.
Fréquence moyenne de G = 50 à 60 v. d. par sec.
Espace P.G. = 0, 04 sec.
Espace G.S.1 =0,03 sec. Il s'agit donc bien d'un *dédoublement présystolique*.
Malade non hospitalisée poursuivant son travail.

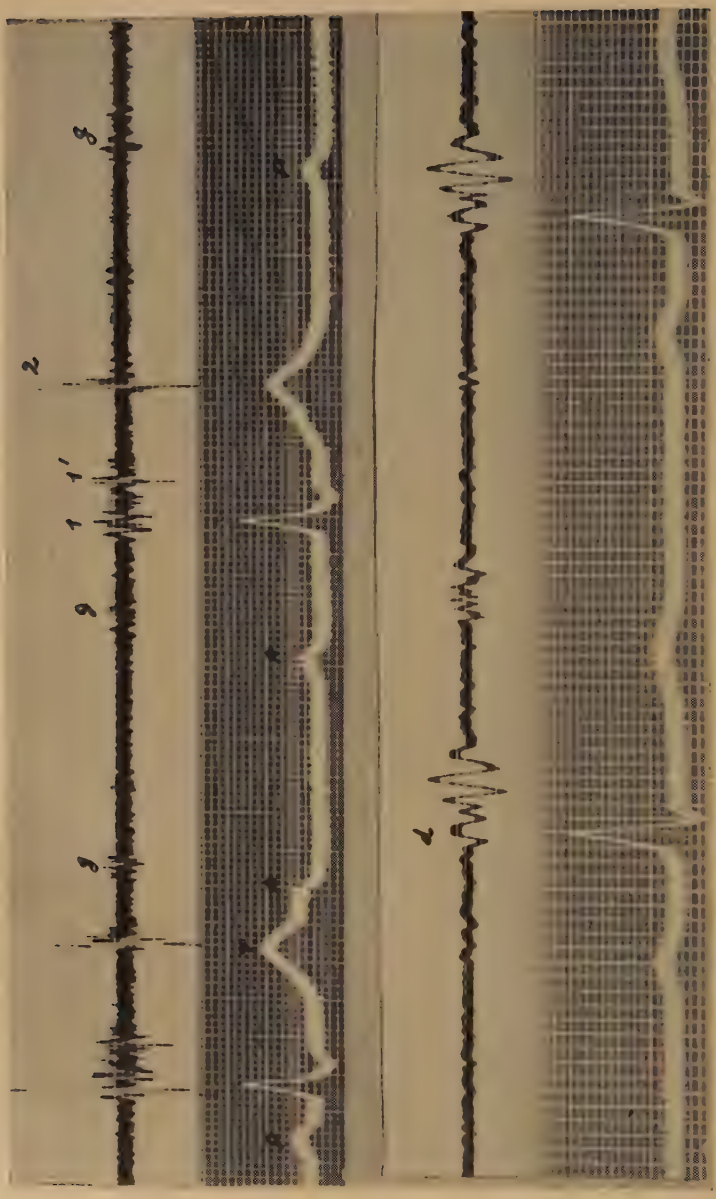

3
2
1'
1
3
4

**Fig. 11.** — De haut en bas :

I. Madame L., 76 ans.

Vitesse d'enregistrement = 5 cm. par sec.

Dissociation auriculo ventriculaire, envoyée dans le service par le Docteur Kipfer, pour accidents syncopaux.

Le pouls est à 36 par seconde.

Plusieurs faits sont à noter sur le tracé :

*a*) La longueur de l'espace P.R. commande l'amplitude des vibrations du premier bruit. Lors de la première pulsation, l'espace P.R. = 0,18 sec ; on note que le premier élément du premier bruit a des vibrations assez amples (éclat accidentel du premier bruit). Lors de la seconde pulsation du tracé.

P.R. = 0,40 sec. Le premier bruit est peu intense.

*b*) Le *premier bruit* est *dédoublé*, il l'était sur les deux mètres de tracé pris par nous. Nous ne voyons pas ici l'origine de ce phénomène.

Le dédoublement est encore plus net lorsque le premier bruit est peu intense.

*c*) De façon invariable le début des vibrations initiales commençait en même temps que le pied de R, quelle que soit la distance du P. précédent, même lorsque avant le premier bruit, il existe un bruit auriculaire g. (2e pulsation du tracé).

Nous sommes sur ce point en opposition nette avec Braun Menendez et Cossio 15.

*d*) Correspondant au complexe auriculaire P, on note sur la courbe phonique l'existence d'ondes vibratoires g. (*systoles en écho*), que leur faible intensité ne nous avait pas permis d'entendre à l'auscultation.

II. M. Men., 62 ans. Vitesse d'enregistrement = 10 cm. par sec.

Ce malade porteur d'une ectasie de l'aorte ne présentait pas de signes cliniques et radiologiques d'insuffisance cardiaque.

Le diagnostic porté avait été d'abord celui de *dédoublement présystolique* du premier bruit. Le tracé phonique nous a fait incliner plutôt vers le diagnostic de *dédoublement systolique* du premier bruit dont le premier élément est mal séparé du deuxième. Il est à noter que le premier et deuxième élément ont des fréquences vibratoires au-dessous de celles des bruits normaux.

La fréquence moyenne du bruit surajouté, est plus basse que celle du premier bruit, elle varie entre 40 et 100 vibrations doubles par sec.

L'amplitude est souvent inférieure, parfois égale, très rarement plus élevée, que les oscillations les plus hautes du premier bruit.

**Evolution du dédoublement présystolique du premier bruit.** — Cette évolution est beaucoup plus facile à observer sur les tracés phoniques qu'à l'auscultation.

Trois éventualités sont à envisager :

1° Le dédoublement présystolique subsiste ;

2° Il se transforme en galop présystolique ;

3° Il disparaît des tracés.

Les travaux de Routier et Van Bogaert (109), de Duchosal (37), de Wolferth et Margolies (132), basés à la fois sur l'étude du cardiogramme apexien et sur celle des courbes phoniques, ont mis en lumière les différentes éventualités pouvant se produire.

Lorsque le dédoublement présystolique se transforme en galop, le phénomène se traduit sur la courbe phonique, par l'augmentation de l'intervalle G $S^1$.

Cette modification dans le rapport chronologique des bruits, se traduit souvent sur le cardiogramme de pointe par le raccourcissement de l'espace Pa, et parfois l'allongement de l'espace Rc. Ces modifications, avec l'accentuation fréquente de l'onde a, sont favorables à la production du galop, en éloignant l'une de l'autre, la systole auriculaire de la systole ventriculaire.

Lorsque le dédoublement présystolique disparaît on n'observe pas sa transformation en un dédoublement du premier bruit, mais sa disparition complète. Il nous paraît que dans ces cas, il est plus facile de suivre l'évolu-

tion du phénomène par le phonocardiogramme que par l'étude du cardiogramme de pointe.

Un tracé [*fig.* 7, de l'article de Duchosal (37)], montre sous l'influence du traitement tonicardiaque, la transformation d'un galop présystolique en dédoublement présystolique, puis sa disparition complète. Les tracés doivent être pris au même foyer d'auscultation et dans les mêmes conditions instrumentales. On observe la diminution progressive du nombre et de l'amplitude des vibrations du bruit G, son éloignement de plus en plus grand de l'onde P, jusqu'à disparition complète.

Y a-t-il vraiment disparition des vibrations qui correspondent au dédoublement ? Ou bien au contraire, se rapprochant peu à peu du premier bruit, ne vont-elles pas en quelque sorte s'incorporer à lui, comme certains auteurs (Reid, 104) le pensent ? Nous ne saurions le dire. Nous croyons que ce point mériterait une étude précise. Pour bien observer la morphologie des oscillations du premier bruit avant et après la disparition du dédoublement, il serait nécessaire de prendre des tracés à très grande vitesse, 40 cm. par sec., pour obtenir des tracés du même ordre que ceux obtenus par Groedel (52).

## QUATRIÈME PARTIE

# ÉTUDE PHONOCARDIOGRAPHIQUE DU BRUIT DE GALOP PRÉSYSTOLIQUE

Nous rappellerons d'abord la définition que, dans leur livre et leurs différentes publications (63, 65, 66) Laubry et Pezzi ont donné du rythme de galop en général.

« Le premier bruit coïncide avec le début de la contraction ventriculaire, le second est à cheval sur la fin de la systole et le début de la systole du ventricule. Le rythme de galop vient de l'interposition entre eux d'un 3e ton, qui n'est jamais la conséquence d'un dédoublement ou d'un redoublement des bruits normaux ».

Dans la grande majorité des cas, le bruit surajouté se manifeste pendant le grand silence.

Nous avons limité notre étude au galop présystolique qui survient avant la systole ventriculaire. Nous avons laissé de côté l'étude du galop protodiastolique. Nous nous étendrons davantage sur celle du galop de sommation, surtout dans les cas où l'étude des phonogrammes est nécessaire pour séparer ce phénomène, du galop présystolique.

Le galop présystolique consistant par définition en un bruit surajouté nous envisagerons successivement :

1. L'étude du bruit surajouté présystolique ;
2. Celle du premier bruit et de ses modifications au cours du galop.

## I. Le bruit surajouté

On peut l'enregistrer lorsqu'on place le microphone dans la région apexienne ou endapexienne dans une zone relativement limitée. Sauf cas particuliers, il disparaît des tracés lorsqu'on pratique l'enregistrement à la

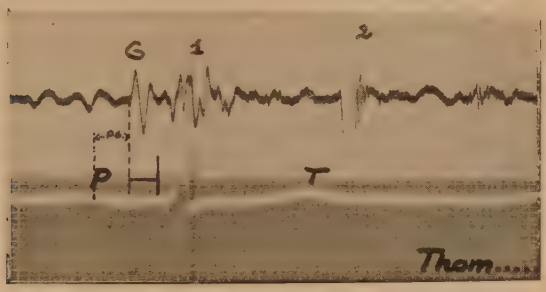



**Fig. 12.** — Thom., Le malade se présentait cliniquement avec un rythme de *galop présystolique.*
Durée approximative du bruit G = 0,05 sec.
Sur le tracé, l'intervalle G. S1 (difficile à apprécier ici) est aux environs de 0,04 sec. Ainsi le bruit présystolique enregistré est à la limite du dédoublement présystolique et du galop.
Espace P.G. (milieu de P. début de G) = 0,05 sec. à 0,06 sec.
Fréquence du bruit présystolique aux environs de 40 V.D. par sec.
Au niveau de la systole et de la diastole, il existe dans l'intervalle des bruits, des vibrations parasites dont il ne doit pas être tenu compte dans la lecture.

base du 2e espace intercostal. Nous avons remarqué que les galops s'accompagnant de soulèvements tactiles importants étaient ceux chez lesquels il était le plus difficile d'obtenir de bons tracés.

**a)** *Aspect phonocardiographique.*

Le bruit surajouté présystolique constitue un train d'ondes, formé de 2 à 6 oscillations (*fig.* 12, 13, 14 et 15).

Sa durée varie de 0,04 à 0,15 sec. pour Duchosal, de 0,05 à 0,07 sec. pour Routier et Van Heerswynghels (110) ; Nous avons trouvé au cours de l'examen de 16 galops présystoliques des chiffres variant entre 0,04 et 0,09 sec.

Il ne semble pas que la durée du bruit surajouté constitue un signe pronostic d'une valeur quelconque. Un bruit G long est souvent intense, mais le contraire s'observe aussi quelquefois.

Les oscillations peuvent se présenter suivant un type assez régulier quant à leur amplitude. Il est rare d'observer sur les branches qui constituent une oscillation des images de crochetage, qui sont au contraire assez fréquemment observées sur les vibrations qui correspondent au premier bruit normal.

Les pieds des ondes vibratoires sont relativement plus écartés l'un de l'autre que ne le sont ceux du premier bruit normal.

Autrement dit, la fréquence moyenne du bruit surajouté est basse. Si les chiffres de cette fréquence varient dans les limites approximatives situées entre 25 et 150 vibrations doubles par sec. les chiffres moyens observés, dans le plus grand nombre des cas, varient entre 30 et 50. On conçoit aisément que les bruits situés entre 25 et 40 vibrations doubles par sec. soient au-dessous, ou à la limite de l'audition. Ce fait explique que certains galops dont la fréquence est basse, constituent un mouvement vibratoire qui est plus facilement perceptible à l'oreille grâce à la sensation tactile qu'enregistre le pavillon, qu'à l'auscultation au stéthoscope biauriculaire.

**b)** *L'intensité du bruit surajouté.*

Les deux facteurs graphiques réglant l'intensité d'un bruit étant l'amplitude et la fréquence, la lecture des tracés explique aisément pourquoi cette intensité est souvent faible.

Certains auteurs, et en particulier Duchosal, pensent que la tension artérielle règle en partie l'intensité du bruit surajouté.

Il a noté que le galop observé chez les hypotendus était plus intense que celui rencontré chez les hypertendus.

Faisant respirer à un malade, hypertendu et porteur d'un galop, du nitrite d'amyle, il a observé, sans accélération notable du cœur, que l'intensité du galop doublait.

c) *Situation du bruit surajouté par rapport au premier bruit.*

Le bruit présystolique est séparé du premier bruit par un intervalle G $S^1$ (intervalle de temps séparant la fin du ton surajouté G du début du premier bruit $S^1$) qui n'est jamais moindre que 0,05 sec., et oscille entre 0,05 et 0,10 sec. (Routier). Nous avons trouvé des chiffres variant entre : 0,04 et 0,08 sec.

L'espace G $S^1$ n'est pas toujours d'une mesure facile avec des appareils comme le nôtre, non munis de filtres, qui permettent l'enregistrement d'ondes vibratoires qui ne sont peut-être pas des ondes dues à des parasites, mais des phénomènes vibratoires inaudibles, liés à la période de l'intersystole.

d) *Situation du bruit surajouté par rapport à l'E.C.G.*

Le bruit surajouté apparaît de 0,08 sec. à 0,14 sec. après le début de l'onde P (Routier, 109), Wolferth et Margolies 132). *La précession de l'onde P par rapport au bruit surajouté G est, de toute évidence, l'une des conditions nécessaires pour pouvoir objectiver graphiquement un galop présystolique.* L'espace considéré constitue l'espace PG ; contrairement à l'espace G $S^1$, l'espace PG est facile à repérer exactement.

Les anomalies de l'onde P sont assez fréquentes dans le bruit de galop d'origine auriculaire pure.

Elles ont été signalées par A. Master, D. Routier et Van Bogaert (109). On constate parfois une augmentation du

voltage et de la durée totale de l'onde. Duchosal, qui a observé ces faits, a remarqué qu'il existait parfois un parallélisme étonnant entre l'intensité du bruit G et le le voltage de P.

Dans quelques cas de galops présystoliques enregistrés, on a noté la fréquence du bloc de branche [Campbell (22), Clerc, Bascouret et Lévy (26), Bridgman (16)]. Quelques auteurs ont pu croire un moment que la présence du bloc commandait celle du galop. Les observations faites depuis montrent qu'il n'en est rien.

e) *Facteurs de netteté du bruit surajouté.*

Les espaces G $S^1$ et PG jouent un rôle considérable dans la netteté du bruit surajouté. En effet, si la netteté du bruit surajouté est liée à son intensité propre, elle est également liée au silence qui le sépare du premier bruit. Tous les auteurs depuis Wolferth et Margolies et Duchosal ont insisté sur le fait que ce silence lui-même dépend de plusieurs facteurs qui sont les suivants :

1. **La durée du bruit surajouté G.** — Si le bruit surajouté G est bref, il est vraisemblable qu'il sera séparé avec netteté du premier bruit.

2. **L'intervalle P R.** — La prolongation du temps de conduction rejette le son G dans la diastole (*fig.* 14). Non seulement elle peut rendre net le bruit surajouté, mais d'un bruit présystolique, elle peut en faire un bruit mésodiastolique. Cette transformation est du reste rare, es troubles de la conduction auriculo-ventriculaire favorisent l'éclosion d'une autre forme de galop qui est le galop de sommation.

3. **L'intervalle R S.** — On a observé que, si dans le premier bruit normal, la verticale passant par le début du premier bruit coupait la branche ascendante de R ou aboutissait à son sommet, dans le rythme de galop

présystolique, cette verticale peut couper la branche descendante de R et même aboutir à l'onde S.

Il peut donc exister ainsi un retard dans le début du premier bruit. Ces variations de l'intervalle R $S^1$, dépendent aussi de la zone au niveau de laquelle est pratiqué l'enregistrement. Routier et Van Bogaert voient dans l'allongement de l'espace R $S^1$ (allongement de l'espace Rc du cardiogramme de pointe), la cause la plus fréquente de l'allongement de l'espace G $S^1$. Duchosal n'est pas de cet avis ; il a trouvé chez différents sujets bien portants et chez des malades porteurs de galop, des espaces R $S^1$ sensiblement les mêmes, et il pense qu'il s'agit d'un vice de technique. Nous ne pouvons affirmer l'existence, sur les seuls phonogrammes, de l'allongement de l'espace R $S^1$, sans contrôle par la méthode cardiographique. Il nous semble cependant avoir observé le fait chez différents malades porteurs de galop et de dédoublement présystolique (*fig.* 15, II).

4. **L'intervalle P G.** — Cet intervalle présente des variations importantes de 0,02 à 0,14 sec. Nous verrons plus loin son importance pronostique.

Plus il est court, plus le bruit surajouté a des chances d'être nettement détaché du premier bruit ; plus il est long, plus il se rapproche du premier bruit et plus indistinct il devient. Cet intervalle est à son maximum et est proche de 0,14 sec. dans le dédoublement présystolique du premier bruit (Routier et Van Heerswynghels, 110) qui n'est qu'une forme mineure de galop présystolique.

*Valeur pronostique de l'espace P G.*

Duchosal ayant comparé l'évolution clinique des malades porteurs de galop et les variations de l'espace P G, a été amené à formuler plusieurs lois.

L'intervalle P G peut être mesuré début de P, début

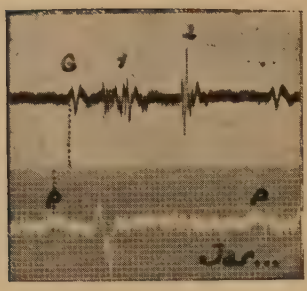



**Fig. 13.** — Jar., Vitesse d'enregistrement = 5 cm. par sec.
*Galop présystolique* : très difficile à percevoir à l'auscultation du fait de l'assourdissement des bruits.
espace P.R. = 0,19 sec.
espace P.G. = 0,05 sec.
durée du bruit G = 0,06 sec.
espace G. S1 = 0,06 sec.
Fréquence du bruit surajouté : aux environs de 25 V.D. par sec., donc à la limite de l'audibilité.
L'amplitude des vibrations du premier bruit apparaît affaiblie. Il est possible qu'un rapport existe entre ce fait et l'allongement minime de l'espace P.R.

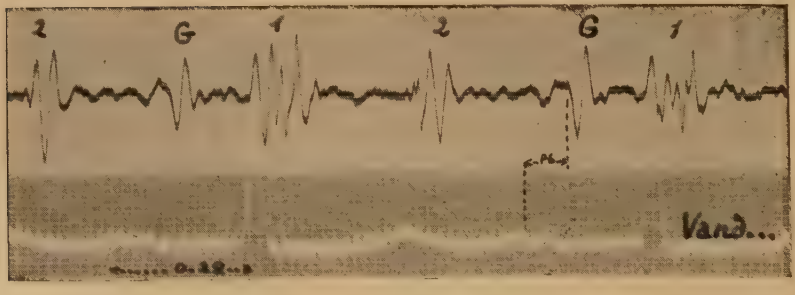



**Fig. 14.** — Van...,
Galop présystolique G. chez un malade porteur de troubles de la conduction auriculo-ventriculaire.
P.R. = 0,28 sec.
Le bruit surajouté du fait de cet allongement du temps de conduction est nettement détaché du premier bruit, mais l'amplitude du premier bruit n'en est pas réduite. Le galop était facilement perçu à l'auscultation.
Durée du bruit G = 0,07 sec. (approximativement).
Fréquence moyenne de G = 25 à 30 D.V. par sec.
espace P.G. = 0,08 sec.
espace G. S1 = 0,08 sec.

de G, ou comme le fait Duchosal, milieu de P, début de G.

*Première loi.* — La faible durée de l'intervalle P G est un signe de gravité. Chaque fois que l'intervalle P G est inférieur à 0,05 sec. le pronostic est très mauvais.

Quand cet intervalle est supérieur à 0,05 sec. la décompensation cardiaque est moins accentuée et une survie plus longue est probable.

*Deuxième loi.* — L'intervalle P G varie en fonction de l'amélioration ou de l'aggravation du cas pendant son évolution.

Les lois émises par Duchosal sont accompagnées de l'étude des observations qui sont à leur origine. Elles sont tout à fait suggestives.

Sur 12 malades chez lesquels l'intervalle P G était inférieur à 0,05 sec., 10 sont morts dans un délai de 2 mois. Chez 20 malades, l'intervalle P G était supérieur à 0,05 sec. Dans ces 20 cas, la décompensation cardiaque n'était pas très avancée et lors de la publication de l'auteur leur état clinique laissait espérer une longue survie.

Nous pensons que la mesure de l'intervalle P G est une notion qui doit compter dans l'établissement du pronostic. Mais on ne saurait se montrer assez circonspect. Comme toutes les lois en médecine elles souffrent des exceptions. La plupart des malades observés par nous, porteurs d'un galop présystolique avec intervalle P G inférieur à 0,05 sec., sont morts dans l'espace de quelques mois. Mais en discordance avec la 2e loi, certains malades, avec intervalle P G allongé, à la limite du dédoublement sont morts en des délais aussi rapprochés (v. *fig.* 10).

Dans les deux cas, observés par nous, de galop présystolique chez des sujets d'apparence normale, l'espace P G était inférieur à 0,04 (*fig.* 4-X) (*fig.* 5).

*Situation du bruit surajouté par rapport au cardiogramme de pointe.*

L'étude de ces rapports chronologiques a été faite de façon très précise par Duchosal. N'ayant enregistré personnellement aucun cardiogramme parallèlement au phonogramme, c'est dans son mémoire que nous avons prélevé presque entièrement notre documentation.

Ses études portant sur 200 phonogrammes l'ont amené à formuler l'une des déductions suivantes :

Les rapports chronologiques entre l'onde a et le bruit surajouté G sont extrêmement variables. Le bruit débute suivant les cas, pendant l'ascension au sommet ou lors de la chute du soulèvement présystolique. J.-K. Lewis avait déjà observé de semblables variations. Il arrive en effet, dans certains cas, que l'auscultation à l'oreille, faisant percevoir une cadence tactile avec soulèvement précédant nettement le choc systolique, soit différente de la cadence acoustique moins nettement séparée, observée au stéthoscope.

La connaissance de ces faits expliquerait les apparentes contradictions observées parfois dans l'appréciation tactile et acoustique de certains bruits de galop. Duchosal rapporte le cas d'un malade présentant un galop net à la palpation et à l'oreille, alors qu'au stéthoscope, on était tenté d'en faire un dédoublement du premier bruit. La comparaison des courbes phoniques et du cardiogramme apexien explique ce phénomène. Ces faits montrent à nouveau, l'intérêt de l'auscultation immédiate du cœur.

*Aspects particuliers du bruit surajouté.*

Au lieu d'être simple, le bruit surajouté peut être double : on observe alors deux trains d'ondes.

Dans un cas observé par Duchosal, le premier train

d'ondes correspondait à des vibrations inaudibles ; il était lié à l'onde a du cardiogramme apexien. Seul le second train d'ondes était audible.

Le rythme de galop présystolique peut s'observer de façon variable dans le flutter, tantôt présystolique, tantôt protodiastolique (Laubry, Routier et Van Bogaret, 64). Dans la maladie de Stokes Adams, lorsque l'une des ondes P est suivie à une distance de 0,14 à 0,18 sec. par un complexe ventriculaire, il est de règle de percevoir, avant le premier bruit, un bruit auriculaire qui a pu être dénommé galop présystolique (*fig.* 11) ; mais c'est un bruit sourd, difficile à entendre, et qui ne rappelle que de loin le rythme de galop présystolique. Sur les tracés il peut apparaître parfois double, avec deux trains d'ondes plus ou moins bien séparés.

Lorsque le galop présystolique se rencontre au cours des maladies congénitales du cœur, Duchosal a observé que le bruit présystolique était en général bien séparé du premier bruit, qu'il pouvait être enregistré au niveau de toute la région précordiale avec maximum au niveau du foyer aortique.

### *Bruit de galop.*

La question de savoir si le galop droit se présentait sur les tracés de façon différente de celle du galop gauche a fait l'objet de recherches de Wolferth et Margolies (132).

Ces auteurs l'estiment comme étant rare et ils pensent qu'il est hasardeux d'affirmer que le galop droit peut être distingué du galop gauche. Sur les 60 cas de galop observés par eux, dans 3 cas le siège du galop était toujours à droite, dans 2 cas quelquefois à droite, au voisinage de l'appendice xiphoïde, quelquefois à gauche.

Leurs constatations nécropsiques semblent ne concor-

der que dans de rares cas avec leurs conclusions cliniques.

On ne peut dire actuellement comment se présente sur les phonogrammes le galop droit, et si même il se présente différemment du galop gauche. Au cours de notre séjour dans le service de notre maître Laubry il ne nous a pas été donné d'en observer.

### Le premier bruit et ses modifications dans le rythme de galop présystolique :

Le premier bruit du cœur peut être modifié dans le *temps* (modification de l'espace R $S^1$).

Il peut l'être dans son *intensité.*

Nous avons déjà montré l'existence d'allongements de l'espace R $S^1$. Cet allongement a été nettement mis en évidence dans les travaux de Routier et Van Bogaert sur le galop et le dédoublement présystolique du premier bruit. Duchosal pense qu'il s'agit souvent de vices techniques.

La modification de l'intensité du premier bruit apparaît surtout lorsqu'il y a allongement de l'espace P R.

L'assourdissement du premier bruit du cœur est observé de façon courante dans le bruit de galop auriculaire présystolique.

Parmi les causes de cet assourdissement une seule est actuellement bien définie. D'après les travaux de Th. Lewis (74), Selenin et Fogelson (115), Wolferth et Margolies (132), Duchosal (33, 37), de Châtel (23), il apparaît qu'elle réside dans l'allongement du temps de conduction auriculo-ventriculaire.

La figure 13 en est probablement un exemple.

On observe de façon constante dans les dissociations auriculo-ventriculaires complètes, que l'allongement

de l'espace P R est inversement proportionnel à l'intensité du premier bruit.

Pour ne pas être constant dans le galop, le fait n'en est pas moins fréquent. Si donc l'allongement G $S^1$ commande en partie la netteté du bruit de galop présystolique qui se détache plus nettement du premier bruit, il nuit par ailleurs à la netteté de perception du rythme à trois temps dont l'un des temps, celui qui correspond au premier bruit, s'assourdit. Duchosal a constaté une fois un effacement total du premier bruit. « Cela avait entraîné la disparition de la cadence acoustique à 3 temps sans modifier du tout la cadence tactile ».

### 3. **Modifications du rythme de galop présystolique**

Au cours de l'évolution des insuffisances ventriculaires où il existe un rythme de galop présystolique deux éventualités peuvent se produire :

1° La transformation en dédoublement présystolique, et la disparition du galop.

2° La transformation en galop mésodiastolique.

1° *Transformation en dédoublement présystolique.*

Cette transformation était connue cliniquement. La pratique phonocardiographique l'a confirmée. A la vérité, elle est difficile à observer. Il est nécessaire de suivre les malades de semaine en semaine, on pourrait dire même de jour en jour, et de prendre un tracé chaque fois, pour observer les modifications du galop.

Cela n'est pas toujours de réalisation facile, et il ne nous a pas été donné de l'observer. La figure 7 du mémoire de Duchosal (37) montre une série de tracés où, non seulement on observe la transformation du bruit de galop en dédoublement présystolique, mais sa disparition complète.

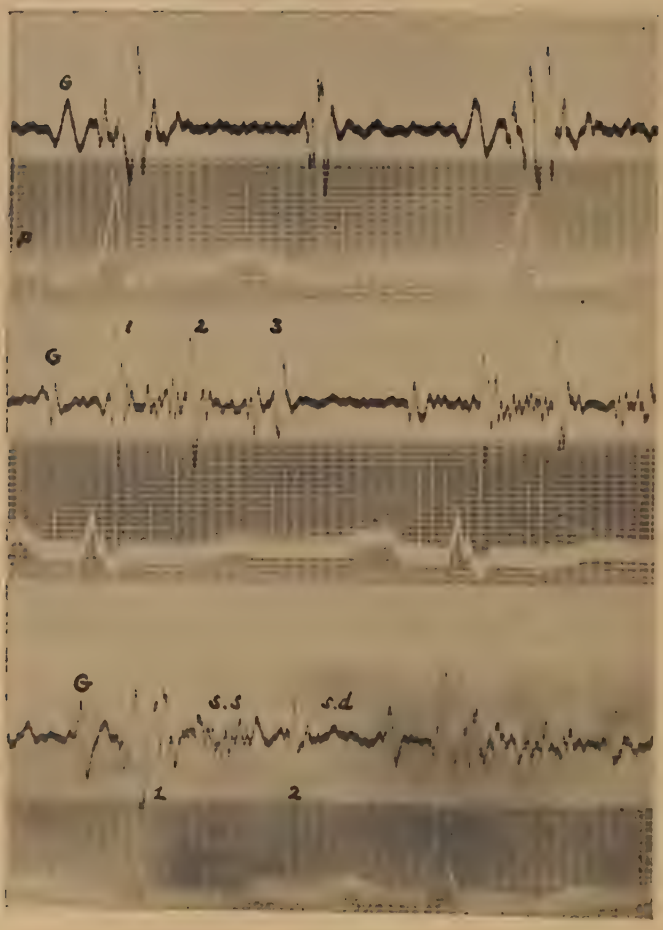

G
P
1
2
3
G
G
s.s
s.d
1
2

**Fig. 15.** — Vitesse des enregistrements 10 cm. par sec.
De haut en bas :

I. Madame N..., 50 ans.
Le diagnostic clinique porté était celui de *galop présystolique.*
Il s'agit en réalité d'un phénomène auriculaire à la limite entre le galop présystolique et le dédoublement
espace G. SI = 0,04
Le début du premier bruit correspond au pied de R.
durée de G = 0,04 à 0,06 sec.
espace P.G. = 0,03 à 0,04 sec.
Fréquence moyenne de G = entre 25 et 40 V.D. par sec.

II. Madame P.,
*Rythme à quatre temps.*
G = galop présystolique.
I = premier bruit
2 = deuxième bruit
3 = galop protodiastolique.
Entre 1 et 2, vibrations correspondant à un soufle systolique.
Il existe un crochetage sur la branche descendante de R.
durée de G = 0,03 sec.
fréquence moyenne de G = 50 à 60 V.D. par sec.
G. SI entre 0,06 et 0,07 sec.
P.G. = 0,02 sec. à p.03 sec.
L'enregistrement date de six mois, la malade est sortie depuis du service, et son état lui permet une activité modérée.

III. Madame La., 54 ans.
Malade présentant à l'auscultation un double souffle, phénomène, vibratoire ressemblant plus à un roulement qu'à une onde-choc. Nous avons songé, chez lui, à la possibilité d'un roulement de Flint.
G galop présystolique.
S.S. souffle systolique
S d. le souffle diastolique n'a pu être enregistré.
Il existe ici un bruit G, dans la présystole qui se rapproche tout à fait des autres galops présystoliques enregistrés.

2° *Transformation en galop mésodiastolique.*

Lorsque chez un malade présentant un bruit de galop présystolique, le rythme s'accélère, le bruit surajouté conserve les mêmes rapports avec le premier bruit qui le suit, du fait de la non modification de l'espace P R. Mais du fait de la tachycardie et du raccourcissement de la diastole qu'elle entraîne, les relations de temps entre le bruit de galop et le 2e bruit du battement précédant se modifient. Il se rapproche de lui, on a l'impression à l'oreille qu'il est situé à égale distance des 2; on a affaire à un galop mésodiastolique.

Il peut également arriver du fait de la tachycardie, que le bruit, présystolique auparavant, devienne plus rapproché du deuxième bruit précédent que du premier bruit suivant. On a l'impression d'avoir affaire à un galop protodiastolique.

Wolferth et Margolies n'accordent aucune autonomie au bruit du galop mésodiastolique.

« Nous n'avons jamais observé de bruit de galop mésodiastolique tombant en dehors des zones de temps qui correspondent au galop présystolique et protodiastolique. Cependant, quand ces deux zones chevauchent en raison de la tachycardie, un bruit de galop peut se présenter et tomber près de la période diastolique.

« Un tel bruit peut occuper une position qui est approximativement mésodiastolique. Cependant il est tout aussi près du battement précédent que ne le serait un galop protodiastolique, et du battement suivant que ne le serait un galop présystolique ... ».

*Rythme à quatre temps.*

Ce rythme, coexistence du galop présystolique et protodiastolique, séparés l'un de l'autre, est rarement constaté.

Des cas avec tracés cardiographiques en ont été publiés

par Laubry et Routier (62 *bis*). Récemment un autre, avec phonogramme a été observé par Mach et Duchosal (83). Il nous a été donné de suivre un cas semblable (*fig.* 15-II).

Jusqu'ici on considérait que le rythme à 4 temps, ne se rencontrait qu'à la phase pré-agonique des insuffis-

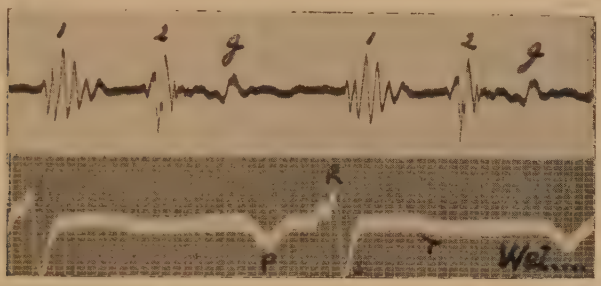



**Fig. 16.** — Rythme de galop protodiastolique g (ce tracé est donné, pour servir de comparaison avec le galop présystolique).
Fréquence = 30 V.D. par sec. (chiffre très approximatif).
Le bruit g apparaît 0,14 sec. après le début du deuxième bruit. Chez ce malade, il existait des troubles importants des complexes E.C.G. Sur la figure, sont nettement visibles : une inversion de l'onde P, un crochetage sur la branche ascendante de R. L'onde T est à peine marquée.
Le bruit surajouté nettement situé avant l'onde P est sans rapport avec les phénomènes de la systole auriculaire. Malade mort un mois après la date de l'enregistrement.

sances cardiaques, et impliquait un pronostic fatal à brève échéance.

La malade dont nous publions le tracé est suivie dans le service depuis des mois, sans que son état soit très alarmant.

*Disparition du galop après extrasystoles ventriculaires.*

L'examen de phonogrammes de galops présystoliques a montré à Duchosal, dans un cas, à Routier et Van Heerswynghels dans trois cas, que lorsqu'une série de contractions d'origine sinusale est interrompue par une extrasystole ventriculaire, le galop présystolique qui accompagnait chaque pulsation fait défaut, non seulement devant l'extrasystole, mais encore devant la

contraction post-extrasystolique, malgré la présence de la systole auriculaire à sa place normale.

*Le phénomène de sommation.*

Dans certaines conditions, lorsque la diastole se raccourcit, que le P R s'allonge, il peut se produire ce qu'on a appelé un phénomène de sommation.

Un galop présystolique peut, par suite de l'apparition de ce phénomène, se trouver renforcé. C'est ce fait qui nous amène à l'étudier.

Le phénomène de sommation a été décrit pour la première fois avec cette appellation par Wolferth et Margolies en 1931. Mais les auturs américains n'étaient pas les premiers à en avoir discerné l'importance.

En 1921, MM. Laubry et Mougeot, en1926 MM. Laubry et Pezzi, dans leur livre sur *Les rythmes de galop*, s'ils n'avaient pas donné le terme de galop de « sommation » en fournissent p. 121 une description tout à fait précise :

« Dans quelques cas, l'onde a auriculaire se superpose, malgré ses caractères normaux de volume et de position, à l'onde protodiastolique, et il est impossible de dire dans cette onde unique, ce qui appartient au choc purement ventriculaire ou au choc auriculo-ventriculaire ».

MM. Laubry et Pezzi ont donc eu la notion du phénomène ; l'étude du cardiogramme apexien et du pouls jugulaire ne pouvaient donner davantage. Wolferth et Margolies qui ont utilisé la phonocardiographie ont eu avec cette méthode plus de facilité pour en poursuivre à fond l'étudeè.

Le choix du terme leur a été dicté par les considérations suivantes :

« La sommation (terme employé en psychologie et en physiologie tel qu'il est utilisé dans le dictionnaire de Funk et Wagnall), est la somme des influences de

plusieurs excitations qui produisent un *effet* sensible qu'aucun d'eux seul ne peut produire. C'est dans ce sens là que nous employons ce terme plutôt que dans celui avec lequel il est employé en physique (sommation de bruits).

Le galop de sommation, écrivent toujours Wolferth et Margolies, est à peine moins fréquent que les autres.

Il peut apparaître dans des cas où il existe déjà n'importe lequel des autres types de galop, ou dans des cas de prédisposition au galop, par le simple fait de l'accélération du rythme cardiaque, qui suffit à faire coïncider l'apparition des événements, des moments (events) présystolique et protodiastolique.

Autrement dit, le galop de sommation est le résultat d'une sommation d'effets physiques et non de bruits. Il est le résultat d'une coïncidence entre la systole auriculaire et un point déterminé de la protodiastole ventriculaire, et ceci dans des circonstances que nous allons maintenant étudier.

Le phénomène de sommation se produit lorsque la contraction de l'oreillette suivient tout au début de la protodiastole ventriculaire.

Les deux circonstances qui peuvent provoquer ce fait sont :

*a*) l'allongement de l'espace P R qui rapproche la contraction auriculaire de la protodiastole précédente ;

*b*) la tachycardie, qui comme cela a été établi, réduit beaucoup plus le temps de la diastole que celui de la systole (rapport 3/1).

Ainsi, le galop de sommation pourra s'observer chez un sujet tachycardique, dont auparavant le cœur était d'apparence normale.

Il peut s'observer sur un cœur peu tachycardique, mais dont le temps de conduction A V est allongé. Il

peut se produire également chez un malade porteur d'un galop présystolique.

Un galop de sommation peut avoir une influence renforcatrice sur un galop préexistant. Wolferth et Margolies ont observé le fait assez souvent et ils donnent un tracé qui le met en évidence de façon nette.

Le galop de sommation apparaît encore quand les zones présystoliques et protodiastoliques sont confondues, amalgamées du fait d'un bloc, d'arythmie sinusale ou d'extrasystoles ventriculaires.

Duchosal insiste sur le fait que certaines conditions chronologiques sont nécessaires pour la production de l'effet de sommation. Ainsi, pour la tachycardie, il existe des chiffres minima du pouls, à partir desquels le phénomène de sommation peut apparaître. Duchosal a établi une formule empirique, permettant dans chaque cas au moyen de l'E.C.G. seul, de déterminer le chiffre de pulsations minimum au delà duquel la production d'un galop de sommation est possible.

$$\text{Chiffre de pulsations min.} = \frac{60}{\text{P.T.} + 0{,}16}$$

(l'espace P.T. étant mesuré depuis le pied de l'onde P jusqu'à la fin de l'onde T).

Duchosal ne donne cette formule qu'avec prudence et insiste sur le fait « que le phénomène de sommation n'apparaît pas nécessairement lorque les conditions essentielles, relatives à sa production, paraissent exactement remplies.

Nous avons cherché, dans les galops enregistrés par nous, l'existence de ce phénomène de sommation. Nous ne l'avons pas rencontré avec assez de certitude pour pouvoir en produire des tracés.

## CINQUIÈME PARTIE

Nous aurons en vue maintenant, l'*étude des phénomènes stéthacoustiques pouvant simuler le dédoublement du premier bruit ou le galop présystolique* et leur diagnostic phonocardiographique. Nous examinerons successivement le roulement du rétrécissement mitral et son renforcement, le roulement de Flint de l'insuffisance aortique, les bruits mésosystoliques ou de triolet, le galop systolique et le galop de sommation.

### I. Le roulement du rétrécissement et son renforcement

Le roulement du rétrécissement mitral peut-il à sa période à renforcement, simuler un galop présystolique au point de nécessiter pour le reconnaître l'examen d'un tracé phonocardiographique ?

Wolferth et Margolies (152) font observer, que sauf le cas d'un intervalle P R très court, le bruit de galop est bien séparé du premier bruit, et que les autres signes du rétrécissement mitral authentifient suffisamment le roulement (*fig* 18-IV).

M. Laubry (65) n'est pas de cet avis. Il estime qu'à côté des cas faciles qui sont la grande majorité il existe des renforcements présystoliques difficiles à séparer d'un galop. « Qu'on se rappelle, écrit-il, la part jouée par l'oreillette dans les deux phénomènes, roulement ou

galop présystolique, qu'on imagine les nuances innombrables des phénomènes acoustique et l'on aura des surprises devant lesquelles l'oreille la plus exercée s'arrête ».

Et M. Laubry donne trois cas dans lesquels le diagnostic clinique était des plus difficiles, pour ne pas dire impossible.

On comprend aisément qu'il existe de tels cas, étant donné, dans certains dédoublements présystoliques, l'assourdissement des bruits, étant donné dans certains de ces cas les limites imprécises entre le premier bruit et le ton surajouté. « Quand on peut le faire, écrit M. Laubry, le dernier mot du diagnostic serait de confier le malade à d'autres techniques que la simple exploration clinique (examen radioscopique, saillie de l'arc moyen) ». Dans la plupart de ces cas, l'examen radiologique est suffisant pour trancher le diagnostic, mais nous avons vu, avec notre Maître Laubry, avec MM. Routier et Heim de Balzac des sténoses mitrales, que confirma un jour l'examen nécropsique et dont l'image radiologique n'avait présenté pendant longtemps aucune altération.

Aussi, estimons nous que toutes les fois qu'il y a doute, il y a intérêt à pratiquer un enregistrement. Dans un cas, il montrera le roulement diastolique grave, lentement *decrescendo* qu'on a pu ne pas entendre à l'oreille, et le renforcement présystolique, bref, *crescendo*, tous signes que Routier et Tavechi ont mis en évidence dans leur mémoire (108).

### II. Roulement de Flint

L'existence de ce « roulement » sourd de la présystole, décrit il y a plus d'un siècle par Flint, a connu depuis, de nombreuses vicissitudes.

Laubry et Pezzi (62, 65) ont démontré à mainte

reprises à l'aide de tracés cardiographiques que ce roulement n'était en réalité qu'un galop présystolique.

La méthode phonocardiographique amène aux mêmes conclusions.

Le terme de « roulement » est impropre et prête à équivoques. Le bruit en question n'a aucun point commun avec le roulement d'un retrécissement mitral.

Le roulement mitral débute un peu après le 2e élément du second bruit dédoublé, il s'efface ensuite et se renforce dans la présystole pour se continuer sans intervalle libre avec le premier bruit éclatant (*fig.* 18-IV) (108).

Le « roulement de Flint » n'est pas un phénomène diastolique, il est situé dans la présystole. Il ne se continue pas par le premier bruit, comme le renforcement mitral, mais il en est séparé par un court espace. Il est en rapport net avec l'onde P. Dans de telles conditions, il ne s'agit que d'un bruit de galop auriculaire dont le timbre particulier peut donner à l'oreille l'impression d'un roulement.

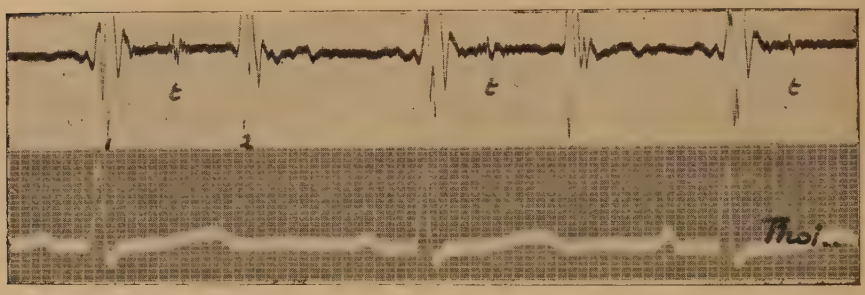
Nous avons observé des malades atteints d'insuffisance aortique. Chez trois d'entre eux, on aurait pu croire à l'existence d'un roulement de Flint et des tracés furent pris. Chez l'un des malades dont le tracé est reproduit (*fig.* 15-III) il s'agissait d'un galop.

Dans les deux autres cas observés, les vibrations correspondantes à la fin du souffle diastolique étaient trop gênantes pour qu'on put tirer parti du tracé.

Dans les cas où le souffle diastolique, du fait de sa faible intensité, s'enregistre mal ou ne s'enregistre pas, la ligne de base du phonogramme est vierge de toutes vibrations. Dans ces cas, l'étude du « roulement de Flint » qui apparaîtrait davantage par contraste, serait plus facile. Nous n'avons pas observé de cas semblables.

### III. **Bruits mésosystoliques ou de triolet**

Les bruits mésosystoliques sont des bruits anormaux qui se voient sur les tracés entre le premier et le deuxième bruit, quelquefois juste au milieu du petit silence, dans d'autres cas 0,05 sec. à 0,15 sec. avant le second bruit.



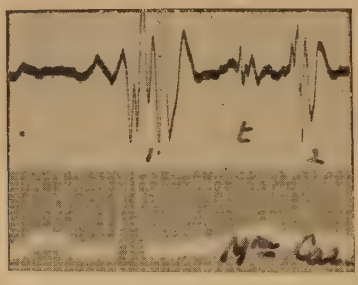




**Fig. 17**. — Bruit de triolet *t* situé dans la systole, entre le premier et le deuxième bruit.
Chez T., ce bruit est intermittent, il disparaissait de même à l'auscultation. Cette disparition n'avait pas de rapports avec les mouvements respiratoires.
Chez Madame Caz., fréquence de t = 80 V.D. par sec.

Plus rarement, ils se rapprochent très près du premier bruit au point de simuler un dédoublement du premier bruit (*fig.* 17 et 18).

Ils sont composés de 2 à 4 oscillations, fines, de fréquence relativement élevée (entre 80 et 250), d'amplitude variable mais ne dépassant pas celle du premier ou du

deuxième bruit. Leur durée dépasse rarement 0,05 sec.

Si chez certains sujets ce bruit apparaît avec un aspect morphologique constant au cours des systoles successives ; dans certains cas, il nous est arrivé de noter une certaine variabilité avec les mouvements respiratoires.

Il peut arriver que les vibrations, au cours des inspirations, s'étalent davantage sur la ligne de base, ce qui correspond à une diminution de fréquence, à un assourdissement du bruit.

Gallavardin a le premier attiré l'attention sur ce bruit en lui donnant le nom de bruit de triolet. Lian (76, 78). le désigne sous le nom de claquement mésosystolique pleuro-péricardique.

Gallavardin le décrit comme un bruit sec, bref, parcheminé, clangoreux, vibrant, donnant l'impression d'être sous l'oreille, ce qui correspond assez bien aux caractères notés sur les phonogrammes.

Dans trois cas de bruit de triolet vérifiés anatomiquement, cet auteur a trouvé des brides pleuro-péricardiques, et il pense que c'est la tension systolique qui produit le bruit caractéristique que nous venons de décrire.

L'identification de ce bruit est le plus souvent facile. Cependant on est étonné que malgré sa fréquence (nous en avons rencontré 6 en un an) il soit aussi rarement signalé.

Peut-être est-il pris pour un dédoublement du premier ou du deuxième bruit, ou bien pour un bruit de galop systolique. Evitant ces erreurs, la phonocardiographie contribuera sans doute à en montrer la fréquence.

### Bruits de galop systoliques

Les anciens auteurs qui ont étudié à l'aide des seuls moyens cliniques les bruits de galop systoliques ont

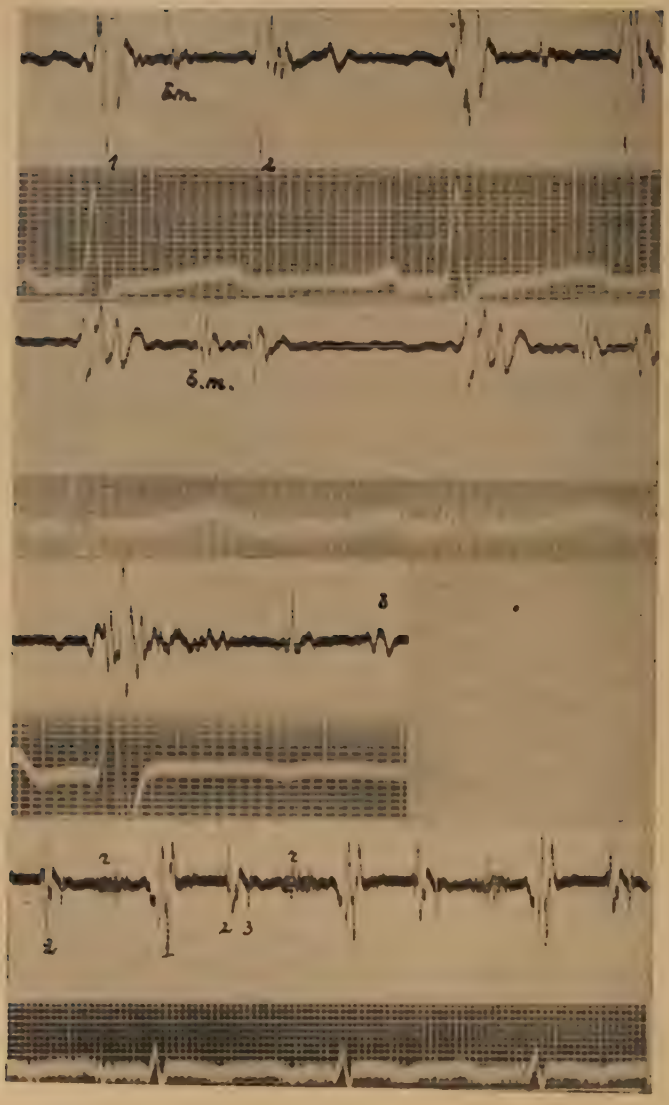

Sm.
1
2
S.m.
3
2
2
2
2 3
2

**Fig. 18**. — De haut en bas :

I. M. Jean, 22 ans.

Vitesse d'enregistrement 10 cm. par sec.

b.m. = *bruit mésosystolique.*

1 = premier bruit,

2 = deuxième bruit.

Ce bruit mésosystolique est situé 0,06 sec. après la fin du premier bruit 0,11 sec. avant le début du deuxième bruit. Il avait été pris à l'oreille pour un dédoublement du deuxième bruit.

durée du b.m. = 0,04

fréquence du b.m. = 150 à 160 V.D. par sec.

II. L., 16 ans, autre exemple de *bruit mésosystolique* chez un jeune sujet, diagnostiqué à l'auscultation, bien qu'assez rapproché du deuxième bruit.

Vitesse d'enregistrement 10 cm. sec.

Durée du bruit mésosystolique = 0,04 sec.

fréquence = 100 à 125 v.d. par sec.

III. Pr., 24 ans.

Vitesse d'enregistrement = 10 cm. sec.

Il s'agit d'un sujet ayant présenté plusieurs crises de rhumatisme articulaire aigu.

On percevait à l'auscultation, au cours de la systole, un bruit interprété par les uns comme un frottement péricardique, et un dédoublement du deuxième bruit.

L'enregistrement fut incapable de fournir des précisions sur le bruit systolique, mais montra la présence d'un galop protodiastolique g.

IV. Tr., 39 ans.

Rétrécissement mitral.

Vitesse d'enregistrement = 5 cm. sec.

Tracé donné pour montrer le roulement qui débute à distance du second élément du deuxième bruit dédoublé, va crescendo pour s'éteindre presque complètement et se renforcer juste avant le premier bruit.

1 = premier bruit.

2-3 = deuxième bruit dédoublé.

2 = roulement

Le renforcement est peu visible.

sûrement désigné, sous ce nom, des cas de dédoublement du premier bruit, des dédoublements présystoliques, des bruits mésosystoliques que l'aide des méthodes graphiques et en particulier de la phonocardiographie ont permis de reconnaître.

MM. Laubry et Pezzi étaient déjà de cet avis lors de la publication de leur livre en 1926, puisqu'ils écrivaient à ce moment : « Sous ce nom de galop systolique, se confondent peut-être des rythmes de provenance et de condition différentes ... Les rythmes du galop systoliques sont exceptionnels, difficiles à identifier, ils ne surgissent cliniquement que comme des sources d'erreur, ils sont des signes stériles dont les indications souvent douteuses, insignifiantes, sont plus facilement et plus souvent fournies par d'autres méthodes » ...

Si l'on prend soin de différencier le bruit de galop systolique des autres galops, ou dédoublements, bruits mésosystoliques qui peuvent se confondre avec lui, ce bruit de symptomatologie discutée et de pathogénie obscure existe-t-il vraiment ?

Il existe, mais il est extrêmement rare, il ne rappelle que de très loin la cadence du galop et « son appellation ne devrait pas comporter le terme de galop, écrivent Wolferth et Margolies (132) ». Si on admet son existence, ce n'est pas du seul fait de sa cadence, mais plutôt par une sorte de fiction pathogénique. Pour lui conférer une autonomie, il faut admettre que l'identification d'un bruit de galop, est liée plus à l'origine auriculaire qu'à une cadence ou à un rythme particulier.

A cette condition seule, on peut l'individualiser. Duchosal l'a mis en évidence sur certains tracés. Cet auteur l'a noté dans un cas de rythme infra-nodal permanent, avec Prétrograde. Le bruit surajouté systolique s'enregistre après le premier bruit dont il n'est séparé que par un court espace.

On note le même phénomène dans le cas de dissociation auriculo ventriculaire lorsque l'onde P auriculaire survient après l'onde R. On a pu se poser la question de savoir si le dédoublement du premier bruit, dans la sténose mitrale n'était pas qu'un bruit de galop systolique (L.-A. Conner), (136).

Le diagnostic de galop systolique n'est donc qu'un diagnostic d'exception et seul l'examen approfondi des phonogrammes peut permettre de le faire entrer en ligne de compte dans la discussion.

### Le galop de sommation

Lorsque le phénomène de sommation se produit, le rythme ainsi créé peut simuler un galop présystolique. La seule méthode pour établir le diagnostic est :

1. d'enregistrer l'E.C.G. parallèlement à la courbe phonique ;

2. au cours de cet enregistrement, pratiquer les épreuves de ralentissement cardiaque, telles que compression des globes oculaires, recherche du réflexe sino-carotidien, qui auraient pour effet de supprimer le phénomène de sommation s'il existe (132).

Nous avons vu la difficulté de reconnaître l'existence d'un galop de sommation. Sa production est liée aux variations de deux facteurs : l'allongement de l'espace P R, et la tachycardie. Duchosal a donné une table et une formule reproduites plus haut pour aider à la reconnaissance de ce phénomène. Sans avoir à se livrer à aucun calcul, on peut dire cependant grossièrement, que le galop de sommation peut être éliminé, chez un sujet dont l'espace P R normal a un chiffre de pulsations ne dépassant pas 100. Le phénomène de sommation se produit surtout lorsqu'il existe une tachycardie entre 100 et 170. Le

bruit apparaît entre 0,07 et 0,10 sec. après le second bruit. Mais ce sont là de très grossiers procédés de dianostic, susceptibles d'entraîner l'erreur.

Chez un sujet, pour que se produise le phénomène de sommation, la marge des chiffres de tachycardie et de longueur de l'espace P R est en effet très étroite. En définitive seuls les procédés de ralentissement sous contrôle phonocardiographique peuvent donner une certitude (à moins qu'on puisse saisir sur les tracés une phase de ralentissement spontané, après une extrasystole ventriculaire précoce suivie d'un long repos compensateur).

Wolferth et Margolies ont montré en effet qu'on obtenait ainsi :

1. soit la disparition de tout galop (le galop de sommation pouvant apparaître chez un sujet sans atteinte cardiaque apparente, du fait d'une tachycardie sinusale) ;
2. soit l'apparition d'un galop présystolique isolé ;
3. soit l'apparition d'un galop protodiastolique ;
4. soit l'apparition d'un galop présystolique et protodiastolique. Dans ce cas les vibrations sont plus intenses lorsque il y a sommation, que lorsque les galops présystolique et protodiastolique sont enregistrés comme des bruits séparés (Wolferth et Margolies) (132).

Nous n'insisterons pas sur le diagnostic entre galop présystolique et protodiastolique ; le simple examen du phonogramme qui montre l'apparition du bruit surajouté avant l'onde P, permet facilement d'authentifier ce dernier (*fig.* 16).

## CONCLUSIONS

I. La phonocardiographie fixe de façon objective les résultats obtenus par l'auscultation.

Chaque fois que les caractères d'un bruit ou d'un souffle prêtent à discussion, il est indiqué pour la trancher de s'en remettre à la méthode phonocardiographique.

Son emploi ne peut pas se généraliser en dehors de la spécialité cardiologique. L'interprétation des tracés est en effet encore plus délicate que la technique des enregistrements.

II. De tous les procédés de repérage, l'électrocardiogramme, est celui que nous préférons, parce que de technique et d'interprétation plus simples et plus précises.

III. L'appareil utilisé par nous est celui de Boullite, essentiellement basé sur les propriétés amplificatrices des lampes triodes. La question de l'appareillage et de la technique est d'importance primordiale. Les différences dans l'interprétation des tracés relèvent en effet beaucoup de l'imperfection des appareils.

Un bon phonogramme doit donner une image graphique des bruits, exacte et fidèle. Il doit éliminer les vibrations infra-audibles.

La courbe de sensibilité de l'appareil doit se rapprocher aussi exactement que possible de la courbe de sensibilité de l'oreille.

IV. La pratique de la méthode a révélé que beaucoup de faits d'auscultation, considérés comme des vérités indiscutables étaient complètement ou partiellement inexacts.

V. Le premier bruit du cœur normal est composé de trois sortes de vibrations : initiales, principales et terminales.

Le premier bruit débute 0,02 à 0,04 sec. après le pied de R.

VI. Nous ne sommes pas de l'avis de Cossio et de Braun-Ménendez qui affirment que les vibrations initiales sont de nature auriculaire. Aucun argument ne permet actuellement de poser une telle affirmation.

VII. Avant le début du premier bruit, il existe au niveau de l'intersystole, en relation avec l'onde P, des vibrations, inaudibles chez le sujet normal, qui sont d'origine auriculaire.

Elles seraient à l'origine de ce que Wolferth et Margolies ont désigné à tort sous le nom de troisième bruit physiologique présystolique. Ce bruit n'est en réalité qu'un galop présystolique.

VIII. Le dédoublement du premier bruit est caractérisé par la scission de ce bruit en deux éléments inégaux. Le premier élément est en général de plus basse fréquence que le second.

Le dédoublement se rencontre chez les sujets sains. Il est lié souvent aux phases de la respiration.

Il se rencontre également chez les sujets atteints de cardio-valvulite, chez les hypertendus, au cours du bloc de branche, et des arythmies, complète et extra-systolique.

IX. Le dédoublement présystolique du premier bruit constitue une forme atténuée du bruit de galop.

C'est l'intervalle entre le bruit surajouté et le premier bruit qui établit la distinction entre le galop et le dédoublement présystolique.

Le dédoublement présystolique peut disparaître ou se transformer en galop présystolique.

X. Nos conclusions sur la chronologie du bruit de

galop présystolique, sur ses rapports avec les accidents de l'E.C.G., sont les mêmes que celles de Duchosal, de Routier et Van Bogaert, Routier et Van Heerswynghels.

La durée de l'espace P G doit être considérée comme un élément intéressant pour le pronostic.

Les rapports chronologiques entre l'onde a auriculaire du cardiogramme de pointe et le bruit surajouté G sont variables. Le bruit G peut débuter pendant l'ascension, au sommet ou lors de la chute du soulèvement présystolique.

XI. Dans le rythme de galop présystolique, le premier bruit est modifié dans sa situation, du fait de l'allongement de l'espace R $S^1$. Il est modifié également dans son timbre, et ordinairement assourdi. Il est possible que l'allongement de l'espace P R qui traduit l'écartement des systoles auriculaires et ventriculaires contribue à son assourdissement.

XII. Le galop présystolique peut disparaître, se transformer en galop méso ou protodiastolique. Le galop peut dans des conditions déterminées (tachycardie, allongement de l'espace P R) se trouver renforcé du fait de la production d'un phénomène de sommation.

XIII. Certains phénomènes stéthacoustiques peuvent simuler les dédoublements ou le galop présystolique.

Ce sont :

1. Dans de rares cas, le renforcement du roulement du retrécissement mitral.

2. Le « roulement de Flint ». Les phonogrammes confirment les recherches cardiographiques de Laubry et Pezzi en montrant qu'il s'agit toujours d'un galop présystolique.

3. Les bruits mésosystoliques qui peuvent, sans le concours du phonogramme être confondus facilement avec un dédoublement.

4. Les galops systoliques.

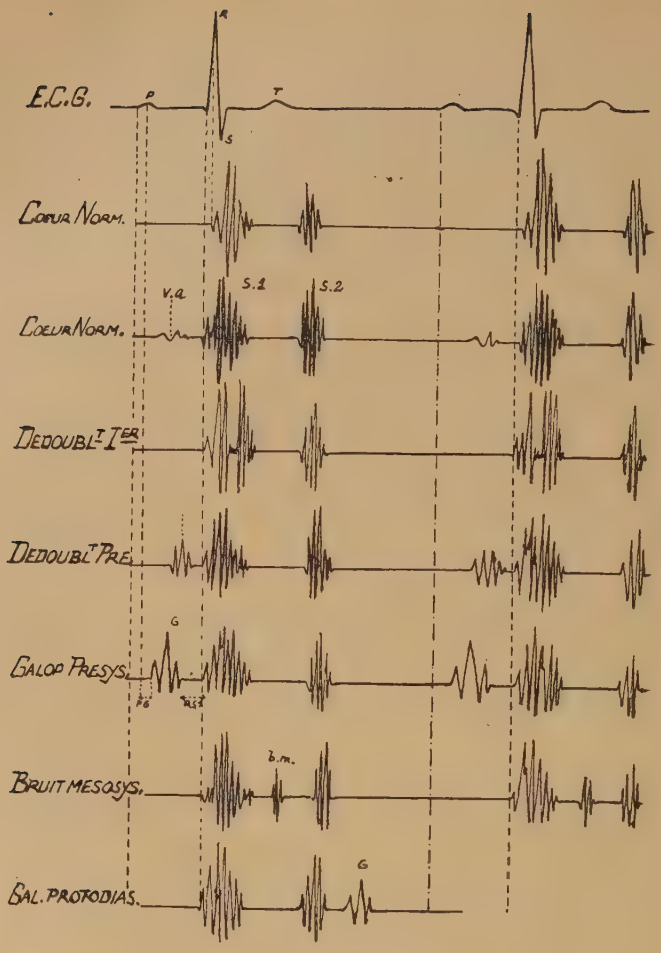



**Fig. 19.** — Tableau synthétique montrant les rapports chronologiques entre la courbe phonique des bruits et le repère électrocardiographique.

Dans le premier tracé des *bruits normaux*, les vibrations initiales du premier bruit commencent un peu après le pied de R.

Dans le second tracé, elles sont synchrones avec le pied de R. En outre, nous avons voulu indiquer ici la présence possible de petites vibrations auriculaires présystoliques (v.a.) (normalement inaudibles).

Dans le tracé du *dédoublement du premier bruit* nous avons représenté, ainsi que cela existe le plus souvent, les vibrations du premier élément du bruit dédoublé moins serrées, c'est-à-dire de fréquence moindre que celle du deuxième élément. La durée totale des deux éléments ne dépasse pas sensiblement celle d'un premier bruit normal.

Dans le *dédoublement présystolique*, on note le faible intervalle entre le train d'ondes présystoliques et le premier bruit.

Dans le *rythme de galop présystolique*, le train d'ondes présystoliques G est séparé du premier bruit par un plus long intervalle (G. SI). Nous avons noté l'espace P.G. pour rappeler son importance.

*Bruit mésosystolique* (b.m.) situé entre le premier et le deuxième bruit dans la systole.

*Galop protodiastolique* et troisième bruit situé après l'onde T, avant l'onde P suivante donc sans rapport avec la systole auriculaire.

5. Le galop de sommation. Il disparaît des tracés lorsqu'on ralentit le rythme cardiaque.

XIV. Le schéma annexé ci-joint, résume les caractères différentiels existant entre les bruits normaux, le dédoublement du premier bruit, le dédoublement présystolique et le galop présystolique.

XV. En définitive, la phonocardiographie est une intéressante méthode d'examen, si elle est pratiquée avec soin. Mais elle ne vaut que par la prudence de celui qui interprète les tracés qu'elle donne. Lewis a dit à la fin d'une de ses conférences sur les méthodes d'enregistrement des bruits du cœur : « Notre admiration pour la délicatesse, pour la perfection du mécanisme de l'audition humaine a encore grandi ; nous pouvons affirmer que dans la discrimination de la hauteur, du ton, de l'intensité des bruits, l'oreille n'a pas de rivale ».

Chez tous les auteurs ayant pratiqué les méthodes graphiques nous avons retrouvé, exprimée de façon différente, la même pensée. La phonocardiographie peut préciser la *chronologie* des bruits, le *détail* des vibrations qui les composent. Elle facilite l'étude de certains *rythmes complexes*. Elle peut apporter chez un malade des éléments de semeiologie interessants, mais les éléments qu'elle nous donne, comme tous ceux que nous fournissent les méthodes graphiques, doivent avant d'être admis pour des vérités, être soumis à la judicieuse interprétation du clinicien.

*Vu :*
*le Doyen,*
ROUSSY.

*Vu :*
*Le Président de la thèse :*
HARVIER.

*Vu et permis d'imprimer :*
*Le Recteur de l'Académie de Paris :*
S. CHARLÉTY.

## BIBLIOGRAPHIE


(1). **Bard** (**L.**). — « Des modalités du bruit de galop en rapport avec la différence de son synchronisme », *Arch.. des maladies du cœur*, XV, p. 459, 1922.

(2). **Barker** (**L.-F.**). — « Electrocardiography and phonocardiography. A collective review », *Hopkins hospital bull.* Baltimore, XXI, 358, 1910.

(3). **Bass** (**E.**). — « Enregistrement par microphone condensateur », *Klinik Wochens*, p. 2092, novembre 1930.

(4). **Battaerd** (**P.-J.-T.-A.**). — *Verdere graphische onderzoerkingen over de acustische versk ijnselen van het hart in normale pathologische omstam digheden*, thèse de Leyden, 1913.

(5). — « Further graphic researches on the accoustic phenoma of the heart in normal and pathological conditions », *Heart*, VI, p. 121, 1915.

(6). **Battro, Braun-Ménendez y Orias.** — « Etude phonocardiographique chez 100 jeunes adultes », *Revue argentine de cardiologie*, I, p. 101, nº 2, 1934.

(7). **Battro** (**A.**), **Braun-Ménendez** (**E.**), y **Orias** (**O.**). — « Le bruit de galop ; son examen par la phonocardiographie et la phlébographie simultanées », *Revue argentine de cardiologie*, I, p. 117, mai-juin 1934.

(8). **Benatt** (**A.**). — « Uber Hertztonschreibung », *Klinik Wochens*, XVI, 1928.

(9). — « Méthodes et instruments pour l'enregistrement des bruits du cœur » *Klinik Wochens*, VII, p. 751, avril 1928.

(9*bis*). **Bierring** (**W.-L.**), **Bone** et **Lockard.** — « Utilisation de l'électro-stéthographe pour l'enregistrement des bruits », *J.A.M.A.*, 104, 628, 23 février 1935.

(10). **Bittorf** (**A.**), **Liebig** (**H.**), **Trendenlenburg** (**F.**). — « Uber den klingenden, Aortenton », *Zeitschr. f. Kreislaufforschung*, XIX, 681, 1927.

(11). **Bondi** (**S.**). — « Reproduction et interprétation des souffles dans l'insuffisance mitrale », *Wien. klin. Wochen.*, XL, p. 55, janvier 1917.

(12). **Bordet, Yacoel** et **Giroux**. — « Les modifications de l'E.C.G. dans certains cas de bruits de galop », *Arch. des maladies du cœur*, p. 205, 1923.

(13). **Bramwell** (**C.**). — « Rythme de galop », *Quart. J. Méd.*, IV, 149, avril 1935.

(14). — « Bruits et souffles produits par la systole auriculaire », *Quart. J. Méd.*, IV, 139-147, avril 1935.

(15). **Braun-Ménendez** (**E.**) et **Orias** (**O.**). — « Importance des bruits auriculaires, à l'état normal et à l'état pathologique », *Presse médicale*, XXXXIV, n° 30, p. 603,1936.

(16). **Bridgman**. — « Normal presystolic sound », *Arch. of internal. medecine*, III, 348-octobre 1914.

(17). **Broustet**. — « Contribution à l'étude clinique du bruit du galop », *Arch. des maladies du cœur*, XXVII, n° 12, décembre 1934.

(18). **Bull** (**L.**). — « On the simultaneous record of the phono and electrocardiogr. », *Quart. J. experiment. physio.*, IV, p. 289, 1911.

(19). **Burton-Opitz** (**R.**). — *Text. book of physiology*, p. 289, Philadelphia, W.B., Saunders Company.

(20). **Cabot** (**R.-C.**). — « A multiple électrical stethoscope for teaching purposes », *J.A.M.A.*, LXXXI, 298 juillet 1923.

(21). **Cabot** (**R.-C.**) et **Dodge** (**H.-F.**). — « Frequency charateristic of heart and lung sounds », *J.A.M.A.*, LXXXIV 1793 (June 13) 1925.

(22). **Campbell**. — « Disparition simultanée du rythme de galop et du blocage du rameau de Bundle », *Lancet-London*, CCXXII, 7 mai 1932.

(23). **Chatel (A. de)**. — « Changes in first heart sound in transmission disturbances », *Klinische Wochenschrift*, XIV, 985, 1004, 1935.

(24). **Chauveau (H.)**. — *Etude cardiographique sur le mécanisme du bruit de galop*, thèse Paris, 1901-1902, n° 315.

(25). **Clerc**. — *Précis de pathologie médicale*, IV, p. 87, Masson Paris, 1931.

(26). **Clerc, Bascouret** et **Lévy**. — « Valeur de l'E.C.G. pour le pronostic de l'insuffisance ventriculaire chronique », *Annales de méd.*, mars 1927.

(27). **Cossio (P.) et Lascaléa**. — « Phonocardiographie dans la dissociation auriculo-ventriculaire », *Revue argentine de cardiologie*, I, p. 276, n° 4, 1934.

(28). **Cossio (P.), Orias (O.), Braun-Ménendez (E.), Lascalea (M.), Fongi (E).**, « Temas de fonocardiografia », *El Ateneo*, Buenos-Aires, 1935.

(29). **Cossio (P.)**, y **Orias**. — « Claquement d'ouverture de la mitrale », *Revue argentine de cardiologie*, I, p. 456, n° 6, 1934.

(30). **Dock**. — *Arch. int. medec.*, 41, 737, 1933.

(31). **Duchosal (P.)**, — « Deux nouvelles méthodes d'inscription (combinaison phono électrocardiogramme) », *Revue méd. suisse-romande*, XLVIII, p. 959, novembre 1928.

(32). — « L'enregistrement graphique des bruits du cœur », *Arch. maladies du cœur*, XXII, p. 797, 1929.

(33). — « Etude du bruit de galop par une combinaison des méthodes phonocardiographique et électrocardiographique », *American heart journ.*, VII, p. 613, n° 5 1932.

(34). — « L'enregistrement graphique des bruits du cœur, Considérations sur les bruits surajoutés », *La Science médicale pratique*, VI, 977, 1931.

(35). — « Les dédoublements du 2e bruit du cœur dans la sténose mitrale et leur enregistrement phono-cardiographique », *Bull. et Mém. Soc. méd. des hôpitaux de Paris*, VII, p. 398, 1934.

(36). **Duchosal (P.)** et **Bourdillon.** — « L'éclat accidentel du 1er bruit du cœur dans la dissociation auriculo-ventriculaire », *Arch. des maladies du cœur*, XVII, p. 232, n° 4 1934.

(37). **Duchosal (P.).** — « Nouvelles recherches graphiques sur le bruit de galop », *Arch. des maladies du cœur*, XXVIII, p. 345, n° 6, 1935.

(38). **Einthoven (W.), Geluk (M.A.J.).** — « Die registrierung der Hertzone », *Arch. f. d. ges. Physio.* LVII, p. 617, 1894 ; *Onderzoekingen Physiol. labor.*, Leyden, 2e Reeks, II.

(39). **Einthoven (W.).** — « L'enregistrement des bruits du cœur de l'homme à l'aide du galvanomètre à corde », *Arch. néerland.* Ss. ex. et nat., série II, t. XII, 1907.

(40). **Fahr (G.).** — « Enregistrements simultanés des bruits du cœur et de l'E.C.G. », *Heart*, IV, p. 147, 1913.

(41). **Feldenstein.** — « A new method of heart sound recording. New-York Committee of cardiac clinics (anal.) », *The American Heart journal*, X, p. 835, n° 6, 1935.

(44). **Fogelson (L.-I.).** — « Pathologie du renforcement et du dédoublement des bruits », *Klin. med.*, 13.23, janvier 1935.

(43). **Fredéricq (H.).** — « Aspects actuels de la physiologie du myocarde, t. VII, des problèmes biologiques, *Presse universitaires de France*, p. 173, 1927.

(44). **Gallavardin.** — « Le galop diastolique. Rapports avec les troubles de conductibilité auriculo-ventriculaire et l'altération de la contraction ventriculaire », *Arch. des maladies du cœur*, p. 415, septembre 1920.

(45). **Gamble (C.-J.).** — « The multiple électrical stethoscope and electrical filtres as aids to diagnosis », *J.A. M.A.*, LXXXIII, 1230, 18 octobre 1924.

(46). **Soria (A. Garcia de).** — *Phonocardiographie et mécanocardiographie. Etude critique et instrumentale*, thèse Paris, 1935, XXXV.

(47). **Géraudel.** — « Conformation et fonctionnement du ventricule gauche », *Arch. du cœur.*, p. 658, 1923.

(48). **Gerhartz.** — *Die registrierung des Herschelles*, Berlin, Springer, 1911.

(49). — « Untersuchungen zur ensteung der Herztone », *Ztch. f. Klin. mediz.*, Berlin 1923.

(50). **Giroux.** — *Le bruit de galop ; valeur diagnostique ; traitement*, thèse Paris 1923.

(51). **Groedel (F.-M.).** — « Die diagnostiche bedentung der graphiscchen darstellung der Hertzone », *Pathol. u. therapie der Zirkulations storungen, VI Fortbild*, Lehr. in Bad. Nauheim, 1929.

(52). — « Verhandl. der deutsch », *Geselsch. f. innere med.* XLI, p. 372, 1929.

(53). **Hess (W.-R.).** — « Die graphische Aufzeichnung der Herztone nach neuer method », *Pflug Arch. f. d., ges. Physiol.*, CLXXX, p. 35, 1920.

(54). **Hirschfelder.** — *Diseases of the heart*, p. 150, Lippincott, Philadelphie.

(55). **Holowinski (A. de).** — « Sur la photographie des bruits du cœur », *Arch. de physiol. norm. et pathol.*, 5e série, VIII, p. 893, 1895.

(56). **Hurthle (K).** — « Zur unmittelbaren Registrierung der Hertzone », *Zentralbl. f. Phisiol.*, XVIII, p. 617, 1904.

(57). **Iriarte (M.).** — « La phonocardiographie dans l'étude et dans l'enseignement des maladies du cœur », *Arch. de cardio y hematologia*, Madrid, p. 76, février 1934.

(58). **Jacobsohn (L.).** — « Amplified audibility of heart sounds », *J.A.M.A.*, LXXX, 493, février 1917, 1923.

(59). **Jaenisch** et **Weber.** — « Sur la valeur diagnostique de l'enregistrement du son cardiaque », *Munch. med. Wochen*, LXXVIII, n° 40, octobre 1931.

(60). **Johnson**. — « A clinical lecture on triple pericardial friction sound and on reduplication of the first sound of the heart », *British med. journal*, 23 décembre 1876 ; *Lancet*, mai 1876.

(61). **Kahn**. — « Studien und phonokardiogramme », *Arch. f. d. ges. physiol.*, XCI, 627, 649, 1911.

(62). **Laubry (Ch.)**. — « Pathogénie et signification du roulement de Flint dans l'insuffisance aortique », *Bull. méd.* p. 1499, 1923.

(62*bis*). **Laubry (Ch.)** et **Routier**. — « Bruit de galop et rythme à quatre temps », *Bull. soc. méd. des hôpitaux*, p. 1281, 1925.

(63). **Laubry (Ch.)**. — « Etude clinique du rythme de galop », *Leçons cardiologie faites à l'hôpital Broussais*, 2e série Doin, Paris, 1936.

(64). **Laubry, Routier** et **Van Bogaert**. — « Deux signes cliniques nouveaux de la tachycardie auriculaire », *Arch. mal. du cœur*, n° 6, juin 1932.

(65). **Laubry (Ch.)**. et **Pezzi** .— *Les rythmes de galop*, Doin, Paris 1926.

(65 *bis*). **Laubry (Ch.)** et **Mougeot**. — « Pathogénie et signification des bruits de galop mésodiastoliques et protodiastoliques », *Bull. soc. méd. des hôpitaux de Paris*, p. 1623, 1921.

(66). **Laubry (Ch.)**, **Routier (D.)** et **Walser**. — *Traité des maladies du cœur*, p. 99, Doin 1930.

(67). **Laubry (Ch.)** et **Puddu**. — « Sur une variété de dédoublement du premier bruit cardiaque », *Bull. et Mém. de la Soc. méd. des hôpitaux de Paris*, LI, p. 1286, n° 25, 1935.

(68). **Laubry et Van Heerswinghels**. — « Sur le galop protodiastolique dans l'arythmie complète », *Bull. et Mém. de la Soc. des hôpitaux de Paris*, LI, n° 25, p. 1289, 1935.

(69). **Leblanc (M.)**. — « Etat actuel de laphonocardiographie », *in Leçons de cardiologie faites à l'hôpital Broussais* par Ch. Laubry, 2e série, Paris, Doin 1936.

(70). **Lemaire** et **Lefèvre** (**P.**). — « Amplification et enregistrement des bruits du cœur, *Pratique méd. française,* XV, p. 309, mai 1934.

(71). **Lépine.** — « Sur l'écartement des systoles auriculaires et ventriculaires dans certains cas de bruit de galop et les causes probables de cette anomalie », *Revue de méd.* p. 243, 1882.

(72). **Lewis.** — « Illustrations of heart sounds records », *Quart. journ. of med.*, VI, 441, 452, 1912-1913.

(73). — « The time relations of heart sounds and murmurs with special reference to the accoustic signs in mitral stenosis », *Heart,* IV, p. 241, 1913.

(74). — *Lectures on the heart,* p. 53, 1914.

(75). **Lian** (**C.**). — Les rythmes cardiaques physiologiques à trois temps. Le bruit du rappel du retrécissement ; remarques cliniques et phonocardiographiques », *Bull. et mém. soc. des hôpitaux de Paris,* L, p. 39, n° 2, 1934.

(76). **Lian** (**C.**) et **Racine.** — « La phonocardiographie (3 mémoires) », *Annales de méd.* XXXIV, 1935.

(77). **Lian** (**C.**). — *in problème actuels de pathologie médicale,* « Les rythmes cardiaques à trois temps, étude clinique et phonocardiographique », Masson 1934.

(78). **Lian** et **Deparis.** — « Le claquement mésosystolique pleuropéricardique », *Bull. soc. méd. des hôpitaux de Paris* 24 mars 1933.

(79). **Loeper** (**M.**), **Lemaire**, **Soria** (**A. Garcia de**). et **Lefèvre.** — « Etude critique de la phonocardiographie », *Presse méd.* XXXXIV, 265, n° 14, 1936.

(80). **Loeper**, **Lemaire**, **Lefèvre** et **Bussard.** — *Compte rendu Soc. de biol.*, III, p. 1265, n° 39, 1935.

(81). **Lukl** (**P.**). — « Etude électro et phonocardiographique du bruit de galop », *Congrès tchécoslovaque de cardiologie,* C.R., p. 173, 1933.

(82). **Lutembacher** (**R.**). — « Enregistrement optique combiné à la cinématographie des bruits du cœur », *Presse méd.*, XXXIV, p. 1435, 1926.

(83). **Mach** et **Duchosal**. — « Etude phonocardiographique d'un cas de rythme à quatre temps », *Bull. et mém., soc. méd. des hôpitaux de Paris*, octobre 1934.

(84). **Marey**. — « Etude graphique de la succession des mouvements du cœur, sondes cardiaques, interprétation des tracés cardiographiques », *Paris Méd.*, 16 août 1930.

(85). **Margolies** et **Wolferth**. — « Le claquement d'ouverture de la mitrale dans la sténose mitrale : caractères, mécanisme de production et valeur diagnostique », *Amer. Heart journ.* VII, p. 443, n° 4, avril 1932.

(86). **Mariano Castex** et **Enrique Piola**. — « Sur le dédoublement du premier bruit du cœur », *Congrès de méd.*, Buenos-Ayres, octobre 1923.

(87). **Mariano Castex**. — « Sur le dédoublement et le redoublement du premier bruit du cœur », *Arch. des maladies du cœur*, p. 401, 1923.

(88). **Michaud** et **Fleisch** (**A.**). — « Enregistrement des bruits et des souffles du cœur », *Ann. de méd.*, 14 juillet 1923.

(89). **Montalleno** (**R.**). — « Enregistrement simultané des bruits du cœur et de l'E.C.G. », *Prensa medica argentina*, XI, p. 1882, octobre 1934.

(90). **Mozer** et **Duchosal** (**P.**). — « Etude électro-phonocardiographique du rythme de galop », *Arch. maladies du cœur*, XIII, p. 65, 1930.

(91). **Myres** (**M.-J.**). — « The clinical application of the électrical amplifier », *J.A.M.A.*, LXXVIII, 100, janvier 1922.

(92). **Nichol** (**A.-D.**). — « The interpretation of lead inversion in bundle branch block », *Am. Heart J.*, IX, p. 72, n° 1 1933.

(93). **Parsonnet** et **Hymann**. — « Diminution de la sonorité cardiaque, étude phonocardiographique dans l'occlusion coronarienne aiguë », *Journ. of the Amer. méd. Assoc.*, LXXXXVI, p. 1124, n° 14, avril 1931.

(94). **Petersen** (**O.-V.-C.-E.**). — *Phonokardiogramme hospitalstidende*, Copenhague, LVII, n° 16, 22 avril 1916.

(95). **Pezzi**. — « Recherches graphiques sur le galop », *Soc. biol.*, 2 mai 1914.

(96). — « Roulement de Flint. Pathogénie de quelques cas de roulement de Flint », *Arch. maladies du cœur*, p. 290, 1916.

(97). **Pezzi** et **Clarac**. — « Contrôle et mise en valeur par la méthode graphique de quelques phénomènes d'auscultation dans deux cas de dissociation auriculo-ventriculaire complète », *Bull. et mém. soc. méd. des hôpitaux de Paris*, XXXV, p. 640, 1913.

(98). **Philippson** (**M.**). — « Sur l'auscultation des bruits du cœur au moyen de l'amplificateur à lampes (amplificateur cardiophonique) », *Arch. maladies du cœur*, p. 375, 1922.

(98*bis*). **Posener** (**K.**) et **Trendenlenburg** (**F.**). — « Wiss. Verföf. a. d. Siemens », *Konzern. Bd.* VI, 184, 1928.

(99). **Potain**. — « Du rythme cardiaque appelé bruit de galop, de son mécanisme et de sa valeur séméiologique », *Soc. méd. des hôpitaux de Paris*, 23 juillet 1875.

(100). — *Cliniques médicales de la Charité*, recueillies par H. Vaquez, p. 40 et 129, Paris 1894.

(101). — « Les bruits de galop », *Sem. méd.*, p. 175, 1900.

(102). — « Notes sur les dédoublements normaux des bruits du cœur », *Bull. soc. méd. hôpitaux de Paris*, 22 juin 1866.

(103). **Posener** et **Trendenlenburg**. — « Sur les souffles cardiaques », *Verhandl. d. Deutsch gesellsch. f. Innern Med. Kong.* XXXXI, p. 364, 1929.

(104). **Reid**. — « The auricular hearth sound », *Journal Am. med. ass.*, 76, 928, 1921.

(105). **Roch**, **Saiclounoff** et **Duchosal**. — « Flutter auriculaire », *Bull. et Mém. soc. méd. des hôpitaux de Paris, octobre* 1934.

(106). **Roch (M.)**. — « Le bruit causé par la systole des oreillettes », *Gaz. méd. de France*, XLIII, p. 149, 15 février 1936.

(107). **Routier (D.)**. — « Dédoublement du premier bruit », *in Leçons de cardiologie faites à l'hôpital Broussais par* Ch. Laubry, 2e série, Doin, Paris, 1936.

(108). **Routier** et **Tavecchi (G.)**. — « Etude phonocardiographique du roulement diastolique à renforcement présystolique dans le retrécissement mitral en rythme sinusal et en arythmie complète », *Arch. maladies du cœur*, XXVIII, p. 576, n° 9, 1935.

(109). **Routier (D.)**, **Van Bogaert (A.)**. — « Contribution à l'étude clinique du bruit de galop », *Arch. des maladies du cœur*, XXVII, 384, 1934.

(110). **Routier (D.)** et **Van Heerswynghels**. — « A propos du bruit de galop : étude phonocardiographique », *Arch. des maladies du cœur*, XXVIII, 629, n° 10, 1935.

(111). **Schellung**. — « Mitralsténosen gerausch bei leitungsstorung », *Klinische Wochen.*, p. 2042, n° 44, 1929.

(112). **Scheminsky (F.)**. — « Recherches sur l'amplification et l'enregistreent graphique des phénomènes acoustiques du cœur et des poumons au moyen des lampes triodes, construction d'un stéthoscope électrique », *Zeitchr. f. die. exp. med.*, LVII, p. 470, 1927.

(113). **Sewall (H.)**. — « On a common form of reduplication of the first sound of the heart », *Contrib. sci. méd.* (Vaughan), Anni Arbor, p. 29, 1903.

(114). — « A common modification of the first sound of the normal heart simulating that heart with mitral stenosis », *Am. journ. sci.*, CXXXVIII, 1909.

(115). **Selenin** et **Fogelson**. — « Das phonogram bei vor hoflimmern », *Ztsch. f. Kreislaufrsch.*, XXI, p. 177, 1929.

(116). **Straehl (E.-O.)**. — « Resultate der registrierung der menschlichen Herztone nach der method. W.R. Hess », *Deutsch arch. f. Klin. med.*, CXXXXI, p. 230, 1920.

(**117**). **Trendenlenburg** (**F.**). — « Cardiographie et amplification des bruits du cœur par microphones », *Natuwissenschaften* XVII, p. 73, février 1929.

(**118**). **Trusevitch**. — « Pathogénie du roulement de Flint », *Klin. med.*, 13, 1933 ; janvier 1935, *Klinicheskaya med.* Moskwa.

(**119**). **Vaquez**. — « Nouveau traité de médecine et de thérapeutique », *Maladies du cœur*, t. XXIII, p. 53-54, Paris, Baillière, 1921.

(**120**). **Weiss** (**O.**). — « Zwei apparate zur reproduction von Hertztonen und hertzgerauschen », *Zeitschr. f. biol. tech. u. methodik.* Strassb. I, 126, 1908.

(**121**). — « Das phonoskop eine Vorrichtung zur analyse und registrierung schwacher Schallqualitaten. », *Med. natur. Arch. Berl. und Wien.*, I, 437, 1907.

(**122**). — « Dei seiffen lamelle als Schallregistrirende membran in phonoskop », *Zeitschr. f. biol. techn. u. methodik.*, Strassb. I, 49, 1908.

(**123**). **Weiss** et **Bull**. — « Enregistrement simultané de l'E.C.G. et des bruits du cœur », *Bull. acad. de méd.*, p. 103, juillet 1910.

(**124**). **Weiss** et **Joachim**. —« Registrierungen von Herztonen und Herzgerauscher mittels des phonoskops und ihre Beziehungen zum E.C.G. », *Ztschr. f. Klin. med.* LXXIII, p. 240, 1911.

(**125**). **Wiggers**. — « Factors détermining relative intensity of heart sounds », *Arch. intern. med.*, XXIV, p. 471, 1919.

(**126**). **Wiggers** et **Dean**. — *Amer. journ. of med. sciences.* CLIII, p. 666, 1917 et *Arch. intern. med.*, XXIV, p. 28, 1918.

(**127**). — « The nature and time relation of the fundamental heart sounds », *Amer. journ. of physiol.*, XLII, p. 141, 1917).

(**128**). **Wiggers** (**C.-J.**). — *Modern. aspects of the circulation in health and disease*, Philadelphia, 1923.

(129). — *Physiology in hearth and disease*, London, 1935.

(130). **Wolferth** et **Margolies**. — « Influence de la contraction auriculaire sur le premier bruit du cœur et le pouls radial », *Arch. of intern. méd.*, XLVI, nº 6, décembre 1930).

(131). — « Influence de la contraction auriculaire sur le premier bruit du cœur et sur le pouls radial », *Arch. intern. med.*, XLVI, p. 1048, 1930.

(132). — « Gallop rythm and the physiolo. heart sounds », *Am. heart. journal.* VIII, p. 441, 1933.

(133). **Wolhers** et **Duchosal** .— « Etude phono-cardiographique des dédoublements du premier bruit du cœur », *Arch. des maladies du cœur*, XXV, 1, 1932.

(134). **Wybauw** (**R.**). — « Phonocardiographie », *Le scalpel*, 1er juillet 1935.

(135). **Lian** et **Minot** (**G.**). — « Audition collective des bruits d'auscultation en haut-parleur avec le téléstétophone.

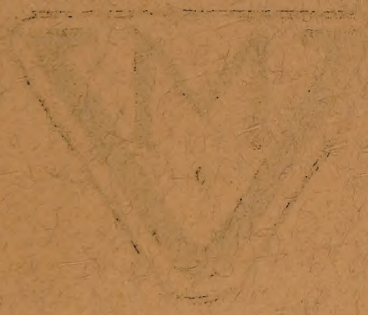
« Enregistrement sur film des bruits d'auscultation transmis par haut parleur avec le phonostéthographe ».

« Enregistrement et reproduction des bruits d'auscultation à l'aide de disques avec le pick-up médical », *Bull. soc. méd. des hôpitaux de Paris*, séance du 15 mai 1936.

(136). **Conner** (**L.-A.**), — *Am. Heart. J.*, II, 514, 1927.

(137). **Kahn**, **Pflugers**. — *Arch. phys.*, 1909, CXXVI, p. 197.

(138). **Marey** (**E.-J.**). — *Physio. méd. de la circulation du sang* Paris, 1863.

---

Imp. F. Boisseau, Rue du Taur, 34 - Toulouse